

09/915,455
Shoichi Yamazaki
7/27/01

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 JUN 18 2002
Date of Application: 2000年 9月27日

出 願 番 号
Application Number: 特願2000-294771

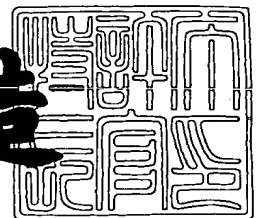
出 願 人
Applicant (s): 株式会社エム・アール・システム研究所

RECEIVED
JUN 19 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

2001年 3月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3023103

【書類名】 特許願

【整理番号】 MR12211

【提出日】 平成12年 9月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 27/00

【発明の名称】 画像表示装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイ

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地 株式会社
エム・アール・システム研究所内

【氏名】 山崎 章市

【特許出願人】

【識別番号】 397024225

【氏名又は名称】 株式会社エム・アール・システム研究所

【代表者】 遠藤 一郎

【代理人】

【識別番号】 100086818

【弁理士】

【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009623

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明光源手段と、該照明光源手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、該表示手段からの光を観察者の眼球に導く表示光学系を有した画像表示装置において、該照明光学系と該表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A はローカル母線断面（該照明光源手段から発せられ該表示手段の画像中心と眼球中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）上で曲率を有し、該表示光学系のローカル母線断面焦点距離を $local_fy$ 、該照明光学系中の該光学面 A のみのローカル母線断面焦点距離を $local_fyA$ とした時、

$$0.1 < local_fyA / local_fy < 1.0 \quad (1)$$

を満たし、該照明光源手段から発せられた光線は、該光学面 A で反射して該表示手段を照明し、該表示手段からの反射光は、該光学面 A を今度は透過し、複数の反射面で反射した後、眼球に導かれることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】 第 1 項において、該照明光学系と該表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A が 1 面のみ存在することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 3】 第 1 項において、該表示光学系中の該複数の反射面は、偏心曲率面であることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 4】 第 1 項において、該表示光学系は、該光学面 A を含む光学部材と、光学的屈折力を有した別の光学部材が、空気間隔をあけて配置されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 5】 第 1, 2, 3 又は 4 項において、該照明光源手段は RGB 時分割光源であり、該表示手段は RGB 時分割光源の RGB 色光の発光に合わせて RGB の画像を時分割表示することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 6】 第 3 項において、該表示光学系はアジムス角度により屈折力が異なる面を 2 面以上含み、表示光学系全体として正の屈折力を有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれか 1 項の画像表示装置を有したことを特徴とするヘッドマウントディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像表示装置に関し、例えば観察用の画像情報を表示する表示素子として反射型の液晶表示素子を用い、そこに表示された画像情報を適切に設定した光学素子を介して拡大して観察するようにしたヘッドマウントディスプレイ（HMD）やメガネ型ディスプレイ等に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、液晶等の画像表示素子に表示した画像情報を拡大した虚像として観察するようにした頭部装着型の画像観察装置（画像表示装置）、所謂ヘッドマウントディスプレイ（HMD）が種々と提案されている。

【0003】

このうち反射型の表示素子を用いたHMDが、例えば、特開平07-128614号公報、特開平11-125791号公報、特開平11-337863号公報、特開2000-10041号公報等で提案されている。

【0004】

これらで提案されているHMDは照明光源から発せられた光が反射型液晶で反射され、眼球に導かれて液晶で表示された画像の拡大像を観察するものである。このとき光束は照明光源、照明光学系、反射型の液晶、表示光学系、眼球の順序で進む。特開平11-125791号公報で提案されているHMDで開示されている実施例では照明光学系がなく、照明光源からの光がダイレクトに反射型液晶を照明している。この場合は照明光学系と表示光学系の共有面は存在しない例もある。この場合は照明光源からの光束がけられないようにしなければならないため、照明光源と反射型液晶の間に大きなスペースが必要になり、大型化しやすい。他の提案されている公報の実施例では、ほとんど照明光学系と表示光学系の間で共有面を持っている。共有面があれば、照明光学系と表示光学系で光路がオー

バーラップするため小型化しやすい。しかしこの共有面が多ければ多いほど光学系は複雑になり、光量ロスも多くなる。一方、HMDのコンパクトな表示光学系を本発明者は特開平 7 - 3 3 3 5 5 1 号公報で提案している。同公報では自由曲面プリズムを用いて装置全体の小型化を図っている。又本発明者は、自由曲面プリズムと反射型の表示素子を組み合わせたHMDを特開平 1 1 - 1 2 5 7 9 1 号公報、特開平 1 1 - 3 3 7 8 6 3 号公報、特開 2 0 0 0 - 1 0 0 4 1 号公報で提案している。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

従来よりHMD等の画像観察装置では、装置を観察者の頭部に装着するために装置全体の小型化、及び軽量化を図ることが重要な課題となっている。又、表示手段に表示した画像情報を良好に観察できることが重要な課題となっている。

【 0 0 0 6 】

画像表示装置として反射型の液晶表示素子を用いた場合で装置全体の小型化を図るには、それを照明するための照明装置を装置内に適切に組み込む必要がある。

【 0 0 0 7 】

例えば照明光源からの光が反射型液晶を照明する際、多くの反射面や透過面を介したり、光路長の長いプリズム体の中を通過したりすると、反射型液晶に到達する前にどうしても照明光源からの光量がロスされてしまう。従って光量ロス、が少なく、表示光学系、照明光学系ともコンパクトなHMDが望まれている。

【 0 0 0 8 】

本発明は、液晶ディスプレイ等の表示手段に表示した画像情報を観察する際、光源手段から表示手段に至る照明光学系及び表示手段からの光束を観察者の眼球に導光するための表示光学系の構成を適切に設定することによって、装置全体の小型化を図りつつ光量のロスを減らし、該画像情報を良好なる画質で観察することができる画像観察装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイの提供を目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明の画像表示装置は反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明光源手段と、該照明光源手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、該表示手段からの光を観察者の眼球に導く表示光学系を有した画像表示装置において、該照明光学系と該表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A はローカル母線断面（該照明光源手段から発せられ該表示手段の画像中心と眼球中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）上で曲率を有し、該表示光学系のローカル母線断面焦点距離を $local_fy$ 、該照明光学系中の該光学面 A のみのローカル母線断面焦点距離を $local_fyA$ とした時、

$$0.1 < local_fyA / local_fy < 1.0 \quad (1)$$

を満たし、該照明光源手段から発せられた光線は、該光学面 A で反射して該表示手段を照明し、該表示手段からの反射光は、該光学面 A を今度は透過し、複数の反射面で反射した後、眼球に導かれることを特徴としている。

【0010】

請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において該照明光学系と該表示光学系で共有する透過兼反射の両作用を有する光学面 A が 1 面のみ存在することを特徴としている。

【0011】

請求項 3 の発明は請求項 1 の発明において該表示光学系中の該複数の反射面は、偏心曲率面であることを特徴としている。

【0012】

請求項 4 の発明は請求項 1 の発明において該表示光学系は、該光学面 A を含む光学部材と、光学的屈折力を有した別の光学部材が、空気間隔をあけて配置されていることを特徴としている。

【0013】

請求項 5 の発明は請求項 1, 2, 3, 又は 4 の発明において該照明光源手段は RGB 時分割光源であり、該表示手段は RGB 時分割光源の RGB 色光の発光に合わせて RGB の画像を時分割表示することを特徴としている。

【0014】

請求項 6 の発明は請求項 3 の発明において該表示光学系はアジムス角度により屈折力が異なる面を 2 面以上含み、表示光学系全体として正の屈折力を有することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

請求項 7 の発明の画像表示装置は請求項 1 から 6 のいずれか 1 項の画像表示装置を有していることを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施形態】

図 1 ～図 8 は本発明の実施形態 1 ～ 8 の要部断面図である。図中 1 は瞳位置であり、観察者の眼球が位置している。

【 0 0 1 7 】

2 は自由曲面プリズム（第 2 の光学部材）、3 は反射型液晶、4 は照明光源、5 はハーフミラーより成る曲率を有した透過兼反射面（光学面）、7 は反射面 5 を含むブーメラン型レンズ（第 1 の光学部材）8、9 は偏光板、10 は照明プリズム、（第 1 の光学部材）11 は照明系補正プリズム、12 は照明系接合プリズム（第 1 の光学部材）であり照明プリズム 10 と照明系補正プリズム 11 とを接合した構成より成っている。

【 0 0 1 8 】

17 は第 1 の自由曲面ミラー、（第 2 の光学部材）18 は第 2 の自由曲面ミラー（第 2 の光学部材）である。

【 0 0 1 9 】

符番 4、5 又は符番 4、5、10 で示されるものは照明光学系の一要素を構成し、符番 3、5、7、2 又は符番 3、10、5、11、2、17、18 又は符番 3、10、5、2 又は符番 3、5、7、18、17 で示されるものは表示光学系の一要素を構成している。

【 0 0 2 0 】

本実施形態では照明光源 4 からの光量のロスを少なくするために、照明光源 4 をできるだけ反射型液晶 3 に近づけて、照明光学系の光路長を短くしている。表示光学系に自由曲面プリズム 2 を使用した場合は、自由曲面プリズム 2 と反射型

液晶 3 の間に照明光学系を構成する部材を設けている。また図 8 に示すように表示光学系に 2 枚の自由曲面ミラー 1 7, 1 8 を使用した場合は、自由曲面ミラー系 (1 7, 1 8) と反射型液晶 3 の間に照明光学系を構成する部材を設けている。

【 0 0 2 1 】

本発明の各実施例の説明の前に、本発明で使用される母線断面、子線断面、ローカル母線断面、ローカル子線断面の定義について説明する。偏心系に対応していない従来系の定義では、各面頂点座標系で z 軸を光軸とすると、 yz 断面が従来の母線断面 (メリジオナル断面)、 xz 断面が子線断面 (サジタル断面) となる。本発明は偏心系なので偏心系に対応したローカル母線断面、ローカル子線断面を新たに定義する。表示手段の画像中心 (外界を観察する為のシースルーのときは外界画像中心) と眼球中心を通る光線 (以下、基準光線) と各面とのヒットポイント (入射点) 上で、基準光線の入射光と射出光を含む面をローカル母線断面とし、ヒットポイントを含みローカル母線断面と垂直で、各面頂点座標系の子線断面 (通常の子線断面) と平行な面をローカル子線断面として定義する。なお、表示手段が反射型の場合は、該基準光線を照明光学系、および照明光源まで延長して、各ヒットポイント上で、上記と同様にローカル母線断面、ローカル子線断面を定義する。ローカル母線断面焦点距離とローカル子線断面焦点距離については後述の実施例の項目で説明する。以下に本発明の特徴を記述する。

【 0 0 2 2 】

次に本発明の実施例について説明する。図 1 ~ 図 8 は本発明の実施例 1 ~ 8 の光路断面図 (ローカル母線断面図) である。実施例 1 ~ 5 は反射型 LCD (反射型液晶) 3 がほぼ垂直入射の光束で照明されるタイプのものであり、本発明の実施例 6 ~ 8 は反射型 LCD 3 が斜入射光束で照明されるタイプのものである。一般的な液晶 (TN 液晶など) の特性として、液晶面とほぼ垂直に射出する光は、十分なコントラストを持っており画質は良いが、射出光が垂直から離れ傾いてくると、コントラストは低くなり画質が悪くなることが知られている。前者のタイプ (実施例 1 ~ 5) はこれを解決するために、反射型 LCD 3 への光を垂直入射の光束で照明させている。また強誘電液晶 (FLC) などは特性が異なり、かなり

の角度の斜め射出光でもコントラストが落ちることはないため、ほとんどの角度からでも良質な画質が観察される。そこで後者のタイプ（実施例 6～8）はこの液晶（FLC）を想定し、反射型 LCD 3 への光を斜入射光束で照明させて光学系全体を薄型化し、かつコントラストの落ちのない良質な画質を得ている。なお実施例 1～5 に強誘電液晶（FLC）を採用しても構わない。

【0023】

図 1、図 2（実施例 1，2）は反射型 LCD 3（裏面側が液晶面）と任意の曲面を含む自由曲面プリズム 2 との間に、ブーメラン型レンズ 7 を配置している（以下、ローカル母線断面上で図 1、図 2 の形状のレンズ 7 をブーメラン型レンズと呼ぶ）。RGB（赤色光、緑色光、青色光）の LED をそれぞれ複数個持った平面照明光源 4 から発せられた光は、偏光板 8 で直線偏光化され、ブーメラン型レンズ 7 の液晶 3 側の光学面 5（ハーフミラー）で反射され、光束はその主光線が反射型 LCD 3 にほぼ垂直（ $\pm 10^\circ$ ）で入射する。反射 LCD 3 で反射された光は、光学面 5 を今度は透過してブーメラン型レンズ 7 を射出後、偏光板 9 に入射する。この時偏光板 8 で直線偏光化された光の偏光方向が液晶内部で回転するため（液晶駆動電圧 OFF または ON）、偏光板 9 は偏光方向が回転した光を通す方向に設定する必要がある。偏光板 9 の直線偏光方向が偏光板 8 の直線偏光方向と約 90 度ずれている場合（液晶内部の偏光方向の回転が 90 度）は、偏光板 8 で直線偏光化された光が、光学面 5（ハーフミラー）で反射せず透過していく光（ゴースト光）があるが、偏光板 9 でこのゴースト光をカットできるため、眼球 E にゴースト光が入るのを防ぐ付加価値も生まれる。また反射型 LCD 3 が表示面側近傍に不図示の 1 枚の偏光板で表示させるタイプでは、偏光板 8 と偏光板 9 は不要となる。偏光板 9 を射出後、光は自由曲面プリズム 2 の入射面 1 4 に入射し、順に全反射面（透過面 B）6 で全反射し、凹面鏡 1 3 で反射し、今度は全反射面（透過面 B）6 を透過して観察者の眼球が位置する瞳 1 に導かれる。これによって反射型 LCD 3 に基づく画像情報を拡大虚像として観察している。実施例 1，2 では、ローカル母線断面上で 2 面とも反射型 LCD 3 と反対方向を向いた曲率面からなるブーメラン型レンズ 7 を、反射型 LCD 3 と対向して置き、ブーメラン型レンズ 7 の反射型 LCD 3 側の面を該光学面（ハーフミラー）5 と

することにより、反射型LCD3のローカル母線断面上での、下側最周辺画像（F3）側の反射型LCD3と自由曲面プリズム2との間隔をできるだけ短くして、表示系（部材3，7，2）がコンパクトでしかも照明系（部材4，5）もコンパクトなものにしている。図1の実施例1ではブーメラン型レンズ7の両面5、5aを、母線断面のみパワーを持つシリンドリカル面（自由曲面）にして、ローカル子線断面（紙面と垂直断面）上での収差発生を極力少なくし、かつ子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがなくこの断面方向に面形状が湾曲しないため、反射型LCD3と該光学面5を近くすることができ、コンパクト化も可能としている。また他方の面5aも光学面5に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ7での収差発生をキャンセルさせている。もちろんブーメラン型レンズ7の両面に、ローカル子線断面方向のパワーが弱く、ローカル母線断面方向にパワーが強い自由曲面を使用すれば、同等の効果が得られ、さらに良好な光学性能が得られる。

【0024】

図2の実施例2ではブーメラン型レンズ7の両面5、5aに回転対称非球面を使用している。これは光学面5のローカル子線断面上でも正のパワーを持たせることにより、平面照明用の光源4のローカル子線断面方向で大きさを小さくしている。また他方の面5aも光学面5に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ7での収差発生をキャンセルさせている。なお両面回転対称球面でも可能であるが、両面回転対称非球面のほうが光学性能はよい。

【0025】

本発明の表示系に含まれる自由曲面プリズムは（実施例1～7共通）、自由曲面プリズムのメインパワー（正の屈折力）を持つ凹面鏡13に自由曲面を採用して、メインパワー面での偏心収差の発生を少なくしている。メインパワー面で補正しきれなかった偏心収差は、メインパワー面に近い全反射面（透過面B）6を自由曲面化して収差がキャンセルするような面形状にして補正している。これだけでもある程度の収差補正は可能であるが、更に全体収差をバランスさせる為に表示手段（反射型LCD）3近傍の入射面14を自由曲面化して全体収差のバランスを良好にとっている。全反射面（透過面B）6においては、光が臨界角以上

の角度で入射した時は全反射し、臨界角以下の角度で入射した時は射出するように全反射面条件（臨界角条件）を設定しているため、原理的に光量ロスが全くなく明るい表示光学系を可能としている。

【 0 0 2 6 】

図 3、図 4 は本発明の実施例 3、4 の光路断面図である。反射型 LCD 3 と自由曲面プリズム 2 の間に、該光学面 5 を含む照明系プリズム 1 0 と照明系補正プリズム 1 1 を接合し、配置している。照明プリズム 1 0 と照明系補正プリズム 1 1 は表示光学系でのローカル母線・ローカル子線断面上でのパワーがほとんどない照明系接合プリズム 1 2 を構成している。こうすると表示系（3，1 0，1 1，2）での照明系接合プリズム 1 2 による収差発生がほとんどないため表示系の光学性能を良好にできる。光路としては、平面照明光源 4 からの光が照明系プリズム 1 0 に入射し、光学面 5（ハーフミラー）で反射された主光線が、反射型 LCD 3 にほぼ垂直入射反射し、照明系プリズム 1 0 に再入射、光学面 5（ハーフミラー）を今度は透過し、照明系補正プリズム 1 1 を通過、自由曲面プリズム 2 の入射面 1 4 に入射して、面 6 で全反射し、反射面 1 3 そして透過面 6 を介して眼球 E に導かれる。この実施例では不図示の 1 枚偏光板タイプの反射型 LCD を用いている。2 枚の偏光板を用いたときは実施例 1，2 と同じように、平面照明光源 4 の直後と自由曲面プリズム 2 の入射面 1 4 の直前に前述したような偏光方向の角度で配置する。なお実施例 3 の照明系プリズム 1 0 の面 1 5 と照明系補正プリズム 1 1 の面 1 6 の両面は平面で、双方の接合した光学面 5 はシリンドリカル面としている。シリンドリカル面にすると子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがないため、照明系接合プリズム 1 2 の厚さを薄くできる。実施例 4 では照明系プリズム 1 0 の面 1 5 と照明系補正プリズム 1 1 の面 1 6 の両面は曲面として、自由曲面プリズム 2 で発生する収差をキャンセルさせている。双方の接合した光学面 5 は回転対称非球面で、ローカル子線断面上で正のパワーを持たせることにより、平面照明光源 4 のローカル子線断面方向で大きさを小さくしている。

【 0 0 2 7 】

図 5 は本発明の実施例 5 の光路断面図である。

【 0 0 2 8 】

図5は、反射型LCD3と自由曲面プリズム2の間に、該光学面5を含む照明系プリズム10だけを挿入したものである。光路は平面照明光源4からの光が照明系プリズム10に入射し、光学面5（ハーフミラー）で反射され、主光線が反射型LCD3にはほぼ垂直入射反射し、照明系プリズム10に再入射、光学面5（ハーフミラー）を今度は透過し、自由曲面プリズム2の入射面14に入射して、面6で全反射し、反射面13そして透過面6を介して眼球Eに導かれる。この実施例では不図示の1枚の偏光板タイプの反射型LCD3を用いている。2枚の偏光板を用いたときは実施例1，2と同じように、平面照明光源4の直後と自由曲面プリズム2の入射面14の直前に前述したような偏光方向の角度で配置する。この実施例では、実施例3，4の照明系補正プリズム11を必要としないため、自由曲面プリズム2と反射型液晶3との間隔を短くできコンパクト化ができる。光学面5には子線断面上でパワーを持たないシリンドリカル面を使って、ローカル子線断面上での収差発生を抑制している

図6、図7（実施例6，7）は反射型LCD3と自由曲面プリズム2との間に、ブーメラン型レンズ7を配置している。実施例1，2と構成的に違うのは反射型LCD3への照明光線の入射角度が垂直でなく、斜入射になっていることである。RGBのLEDをそれぞれ複数個持った平面照明用の光源4から発せられた光は、偏光板8で直線偏光化され、ブーメラン型レンズ7の液晶側の光学面5（ハーフミラー）で反射され、反射型LCD3に斜入射する。反射型LCD3で斜め方向に反射された光は、光学面5を今度は透過してブーメラン型レンズ7を射出後、偏光板9に入射する。この時偏光板8で直線偏光化された光の偏光方向が液晶内部で回転するため（液晶駆動電圧OFFまたはON）、偏光板9は偏光方向が回転した光を通す方向に設定する必要がある。偏光板9の直線偏光方向が偏光板8の直線偏光方向と約90度ずれている場合（液晶内部の偏光方向の回転が90度）は、偏光板8で直線偏光化された光が、光学面5（ハーフミラー）で反射せず透過していく光（ゴースト光）があるが、偏光板9でこのゴースト光をカットできるため、眼球Eにゴースト光が入るのを防ぐ付加価値も生まれる。また反射型LCD3が表示面側近傍に不図示の1枚の偏光板で表示させるタイプでは

、偏光板 8 と偏光板 9 は不要となる。偏光板 9 を射出後、光は自由曲面プリズム 2 の入射面 1 4 に入射、全反射面（透過面 B） 6 で全反射し、凹面鏡 1 3 で反射、今度は全反射面（透過面 B） 6 を透過して眼球 1 に導かれる。実施例 6, 7 では、ローカル母線断面上で 2 面とも反射型 LCD 3 と反対方向を向いた曲率面からなるブーメラン型レンズ 7 を、反射型 LCD 3 と対向して置き、ブーメラン型レンズ 7 の反射型 LCD 側の面を該光学面 5（ハーフミラー）とすることにより、反射型 LCD 3 のローカル母線断面上での、下側最周辺画像（F 3）側の反射型 LCD 3 と自由曲面プリズム 2 との間隔をできるだけ短くして、表示系（3, 7, 2）がコンパクトでしかも照明系（4, 5）もコンパクトなものにしている。また斜入射光束の照明により、反射型 LCD 3 のローカル母線断面上での、チルト偏心量（時計回転方向）を大きくできるため、反射型 LCD 3 の出っ張りが少なくでき、光学系全体を薄型化している。実施例 6, 7 ではブーメラン型レンズ 7 の両面 5, 5 a を、母線断面のみパワーを持つシリンドリカル面にして、ローカル子線断面上での収差発生を極力少なくし、かつ子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがなくこの断面方向に面形状が湾曲しないため、反射型 LCD 3 と該光学面 5 を近くすることができ、コンパクト化も可能としている。また他方の面 5 a も光学面 5 に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ 7 での収差発生をキャンセルさせている。もちろんローカル子線断面方向のパワーが弱く、ローカル母線断面方向にパワーが強い自由曲面を使用すれば、同等の効果が得られ、さらに良好な光学系性能が得られる。また実施例 7 では、ブーメラン型レンズ 7 の該光学面 5（シリンドリカル面）のローカル母線断面上での曲率を、実施例 6 よりもゆるめに設定して、反射型 LCD 3 と平面照明光源 4 が十分干渉しないようにしている。

【 0 0 2 9 】

図 8（実施例 8）は 2 つの自由曲面ミラー 1 7, 1 8 を用いている。本実施例では反射型 LCD 3 と自由曲面ミラー 1 8 との光路間に、ブーメラン型レンズ 7 を配置している。実施例 6 と同じように、反射型 LCD 3 への照明光線の入射角度は斜入射になっている。RGB の LED をそれぞれ複数個持った平面照明用の光源 4 から発せられた光は、偏光板 8 で直線偏光化され、ブーメラン型レンズ 7

の液晶側の光学面 5（ハーフミラー）で反射され、反射型 LCD 3 に斜入射し、反射型 LCD 3 で斜め方向に反射された光は、光学面 5 を今度は透過してブーメラン型レンズ 7 を射出後、偏光板 9 に入射する。この時偏光板 8 で直線偏光化された光の偏光方向が液晶内部で回転するため（液晶駆動電圧 OFF または ON）、偏光板 9 は偏光方向が回転した光を通す方向に設定する必要がある。偏光板 9 の直線偏光方向が偏光板 8 の直線偏光方向と約 90 度ずれている場合（液晶内部の偏光方向の回転が 90 度）は、偏光板 8 で直線偏光化された光が、光学面 5（ハーフミラー）で反射せず透過していく光（ゴースト光）があるが、偏光板 9 でこのゴースト光をカットできるため、眼球にゴースト光が入るのを防ぐ付加価値も生まれる。また反射型 LCD 3 が表示面側近傍に不図示の 1 枚の偏光板で表示させるタイプでは、偏光板 8 と偏光板 9 は不要となる。偏光板 9 を射出後、光はハーフミラーである自由曲面ミラー 18 に入射反射し、もう一枚の自由曲面ミラー 17 で反射、ハーフミラーである自由曲面ミラー 18 を透過して眼球 1 に導かれる。実施例 8 では、ローカル母線断面上で 2 面とも反射型 LCD 3 と反対方向を向いた曲率面からなるブーメラン型レンズ 7 を、反射型 LCD 3 と対向して置き、ブーメラン型レンズ 7 の反射型 LCD 3 側の面を該光学面 5（ハーフミラー）とすることにより、反射型 LCD 3 のローカル母線断面上での、下側最周辺画像（F3）側の反射型 LCD 3 と自由曲面ミラー 17、18 との間隔をできるだけ短くして、表示系（3, 7, 17, 18）がコンパクトでしかも照明系（4, 5）もコンパクトなものにしている。また斜入射光束の照明により、反射型 LCD 3 のローカル母線断面上での、チルト偏心量（時計回転方向）を大きくできるため、反射型 LCD 3 の出っ張りが少なくでき、光学系全体を薄型化している。実施例 8 ではブーメラン型レンズ 7 の両面（5, 5a）を、母線断面のみパワーを持つシリンドリカル面にして、ローカル子線断面上での収差発生を極力少なくし、かつ子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがなくこの断面方向に面形状が湾曲しないため、反射型 LCD 3 と該光学面 5 を近くすることができ、コンパクト化も可能としている。また他方の面 5a も光学面 5 に近い面形状にして、ブーメラン型レンズ 7 での収差発生をキャンセルさせている。もちろんローカル子線断面方向のパワーが弱く、ローカル母線断面方向にパワーが強い自由曲面

を使用すれば、同等の効果が得られ、さらに良好な光学系性能が得られる。

【0030】

本発明の画像表示装置では該照明光学系と該表示光学系は互いに共有する透過兼反射の両作用を有する光学面Aを有し、該光学面Aはローカル母線断面（該照明手段から発せられ該表示手段の画像中心と瞳中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）上で曲率を有し、該表示光学系のローカル母線断面内の焦点距離を $local_fy$ 、該照明光学系中の該光学面Aのみのローカル母線断面内の焦点距離を $local_fyA$ とした時、

$$0.1 < local_fyA / local_fy < 1.0$$

を満たし、該照明手段から発せられた光線は、該光学面Aを反射面として用いる照明光学系を介して該表示手段を照明し、該表示手段からの反射光は、該光学面Aを透過して、複数の反射面で反射した後、眼球に導かれる。

【0031】

ここで表示光学系とは、表示手段である反射型液晶3から眼球E直前の面までである。また照明光学系は、照明光源4から表示手段（反射型液晶）3直前の面までである。なおローカル母線断面焦点距離の説明は、実施例の項目に記している。

【0032】

該光学面5（A）はハーフミラーであり、条件式（1）について下限値を超えた時は、図1のような照明光源からの光が反射型液晶3に対しほぼ垂直照明している場合に、照明光学系中の光学面Aのパワーが強くなり、凹面鏡の光学面Aの窪みが深くなる形状となるため、基準光線上での液晶面と光学面Aとの間隔を長く取らなければならない、この方向に装置が大型化する。上限値については、図6のような照明光源からの光が反射型液晶に対し斜入射照明している場合に、光学面Aのパワーが弱くなるため、大きな平面照明用の光源（平面照明光源）が必要になるだけでなく、平面照明光源を該光学面Aから離れて配置させるため大型化する。また平面照明光源と該光学面Aとの距離をそのままにした時は、平面照明光源と眼球の結像関係（ケイラー照明）が崩れて光利用効率が落ちる。上限値を超えるとこのどちらかになる。また上限値についてはさらに下記の条件式を満た

すと、

$$0.1 < \text{local_fyA} / \text{local_fy} < 0.85 \quad \dots (1a)$$

平面照明光源が該光学面 A から離れず、平面照明光源と眼球の結像関係（ケイラー照明）もあまり崩れないバランスのよいものとなる。該照明光学系中の該光学面 A は、ローカル母線断面上で正の屈折力を有した曲率反射面である。これは照明光源を正の曲率反射面で拡大して反射型液晶を照明できるため、小さな照明光源で対応でき、照明光学系自体をコンパクト化できる。なおできるだけ照明光源と眼球はほぼ結像関係（ケイラー照明）にして光利用効率を高めるのが望ましい。

【0033】

本発明はパワーを持った該光学面 A が複数面あっても構わないが、1 面のみとすることにより照明光源から反射型液晶までの光路長が短くできるため、コンパクト化が可能となる。

【0034】

表示光学系に関しては、反射型液晶からの光はハーフミラーである光学面 A を透過して、複数の反射面で光線を折り畳むことにより、表示光学系を薄くしている。また該複数の反射面を偏心曲率面とすると、該複数の反射面自体がパワーを持つため、別体の屈折レンズ等を必要とせず、曲率反射面の偏心量を適切に設定すれば、コンパクトな表示光学系が得られる。

【0035】

本発明では、該表示光学系中の光学面 A を含む光学部材（第 1 の光学部材）と、光学的屈折力を有した別の光学部材（第 2 の光学部材）の間を空気とし、この間に偏光板を挿入可能とした。現在の反射型液晶の使い方は、照明光学系中に 1 枚の偏光板、表示光学系中に他の偏光板を入れて使用することが多い。ただし表示光学系で、反射型液晶から表示光学系中の偏光板までの間は、光学的に平行ニコルの関係になるため、この間に複屈折性の強い材料を入れると、材料の光弾性が目で観察されてしまい好ましくない。また複屈折性の弱い材料でも材料の光路長が長いとやはり材料の光弾性が目で観察されてしまう。そこで上記のような位置に表示光学系用の偏光板を置くと、光学面 A を含む光学部材だけの光路長なの

で短いため、複屈折性のないガラスまたは複屈折性の弱いモールド材料でも使用できる。また光学的屈折力を有した別の光学部材のほうは、平行ニコルに關与したため、どんな材料でも使用可能となる。

【 0 0 3 6 】

尚、本發明の画像表示装置において、更に装置全体の小型化を図りつつ、画像情報を良好に觀察するには次の条件のうちの 1 以上を満足させるのが良い。

【 0 0 3 7 】

(アー 1) 照明光源は、赤色、緑色、青色等の多色光を時分割で放射する RGB 時分割光源であり、該表示手段は RGB 時分割光源の RGB 色光の発光に合わせて RGB の画像を時分割表示することである。一般的フィルター方式におけるカラー表示の際は、3 色 RGB のカラーフィルターを液晶の前に付けるため、総画素数の $1/3$ 画素分が実際のカラー表示画素数となる。しかし上記のような時分割表示の反射型液晶と 3 種類色の LED (RGB) の組み合わせを使用すると、総画素数がカラーフィルター方式液晶の $1/3$ ですむため、同カラー表示画素数なら液晶のサイズが小さくなり、それに合わせて照明光学系・表示光学系共に小さくすることができる。

【 0 0 3 8 】

(アー 2) 偏心した曲率反射面を有する光学系では、画面内で回転非対称な偏心収差が発生する。そこで表示光学系はアジムス角度により屈折力が異なる面を 2 面以上含み、表示光学系全体として正の屈折力を有することである。このアジムス角度により屈折力が異なる面 (自由曲面) を採用することにより、回転非対称な偏心収差の補正を可能とし、自由曲面を 2 面以上使うことにより、表示光学系のローカル母線断面上とローカル子線断面上の正の全系の焦点距離をほぼ等しくすることができ、液晶のアスペクト比と同じ比率で拡大投影が可能となる。

【 0 0 3 9 】

(アー 3) 該光学面 5 は、子線断面またはローカル子線断面方向のパワーがなく、母線断面のみパワーを持つシリンドリカル面 (自由曲面) とすることである。なおシリンドリカル面はアジムス角度により屈折力が異なるため、自由曲面の 1 つであるが、本發明では子線断面か母線断面のどちらかが屈折力がない場合は

、以降シリンドリカル面とし、それ以外の面を以降自由曲面とする。シリンドリカル面を使用すると、ローカル子線断面上ではパワーがないため、この断面上での収差発生を極力少なくでき、かつ子線断面またはローカル子線断面方向に面形状が湾曲しないため、該反射型の表示手段と該光学面 5 を近くすることができ、コンパクト化も可能となる。もちろんローカル子線断面方向のパワーが弱く、ローカル母線断面方向にパワーが強い自由曲面を使用すれば、同等の効果が得られ、さらに良好な光学系性能が得られる。

【 0 0 4 0 】

つぎに本発明の各実施例で使っているローカル近軸について説明する。図 1 ～ 図 8 は各々本発明の後述する数値実施例 1 ～ 8 の要部断面図（ローカル母線断面図、添え字が y）であり、第 1 面（眼球 1）の面頂点座標系を図 1 に示した。本発明では各面の面頂点を y 軸方向でのシフト偏心、x 軸回りのチルト偏心しかさせていないため、従来の母線断面とローカル母線断面は同一断面であるが、各面の従来子線断面とローカル子線断面は異なる。なお前述した従来の母線断面、子線断面は従来近軸 (general-paraxial axis) の定義であり、ローカル母線断面、ローカル子線断面はこれから述べるローカル近軸 (local-paraxial axis) での定義である。さらにローカル近軸では偏心系に対応したローカル曲率半径・ローカル面間隔・ローカル焦点距離・ローカル屈折力の定義も以下に説明する。

【 0 0 4 1 】

本発明では、照明光源手段 4 から発せられ表示手段 3 の画像中心 3 a と眼球 1 の中心 1 a を通る光線を基準光線 L a とし、従来の各面の面頂点基準の曲率半径・面間隔・焦点距離・屈折力でなく、基準光線の各面でのヒットポイント点（入射点）を基準としたローカル曲率半径・ローカル面間隔・ローカル焦点距離・ローカル屈折力を用いている。

【 0 0 4 2 】

ここでローカル曲率半径は光学面のヒットポイント点上でのローカルな曲率半径（ローカル母線断面上の曲率半径、ローカル子線断面上の曲率半径）をいう。又ローカル面間隔は現在の面と次の面との、2 つのヒットポイント間の距離（基準光線上の距離、空気換算なしの値）の値をいう。

又ローカル焦点距離はローカル曲率半径・面の前後の屈折率・ローカル面間隔より、従来の焦点距離計算方法（近軸追跡）で計算した値である。ローカル屈折力はローカル焦点距離の逆数の値である。

【 0 0 4 3 】

なお本発明の各実施例では従来の曲率半径・面間隔・偏心量・屈折率・アッペ数と、ローカル曲率半径・面の屈折率・ローカル面間隔・ローカル焦点距離を示している。

【 0 0 4 4 】

本発明では 8 つの実施例をあげた。実施例 1 ～ 8 の数値データを表 1 ～ 表 8 に示し、光路断面図を図 1 ～ 8 に示した。表 1 ～ 表 8 の従来近軸では (general-paraxial axis)、母線断面曲率半径 r_y ・子線断面曲率半径 r_x ・面間隔 d (第 1 面の面頂点座標系と平行) ・偏心量 (母線断面上において、第 1 面の面頂点座標系に対する各面の面頂点の平行偏心量を $shift$ 、傾き偏心量を $tilt$ 度) ・ d 線の屈折率 n_d 、アッペ数 vd を示し、 FFS は自由曲面、 YTO は母線断面のみ屈折力をもつシリンドリカル面、 AL は非球面を表している。また M がついたものは反射面であり、 d 線の屈折率 n_d は逆符号とした。なお表 1 ～ 表 8 は眼球から液晶および照明光源への逆トレースの数値データである。符号は主光線が左方から右方へ進むときを正、その逆を負としている。

【 0 0 4 5 】

FFS (自由曲面) の定義式を以下に示す。(各面の面頂点座標系で)

$$z = 1/2 * (1/a + 1/b) * (y^2 * \cos(c)^2 + x^2) / \cos(c) / (1 + 1/2 * (1/a - 1/b) * y * \sin(c) + (1 + (1/a$$

$$1/b) * y * \sin(c) - (1/a/b + 1/4 * \tan(c)^2 * (1/a + 1/b)^2 * x^2)^{(1/2)})$$

$$+ c_{20} * x^2 + c_{11} * x * y + c_{02} * y^2$$

$$+ c_{30} * x^3 + c_{21} * x^2 * y + c_{03} * y^3$$

$$+ c_{40} * x^4 + c_{31} * x^3 * y + c_{22} * x^2 * y^2 + c_{13} * x * y^3 + c_{04} * y^4$$

$$+ c_{50} * x^5 + c_{41} * x^4 * y + c_{32} * x^3 * y^2 + c_{23} * x^2 * y^3 + c_{14} * x * y^4 + c_{05} * y^5$$

$$+ c_{60} * x^6 + c_{51} * x^5 * y + c_{42} * x^4 * y^2 + c_{33} * x^3 * y^3 + c_{24} * x^2 * y^4 + c_{15} * x * y^5 + c_{06} * y^6$$

各 a 、 b 、 c 、 c_{20} 、 c_{11} 、 c_{02} … は各々自由曲面係数である。(注意：本自由曲

面の場合、自由曲面係数の中に近軸に関与する係数があるため、従来近軸の母線断面曲率半径 r_y ・ 子線断面曲率半径 r_x の値が面頂点上での実際の母線断面曲率半径 r_y ・ 子線断面曲率半径 r_x と一致しない。そこでポイント(0,0)つまり面頂点上での実際の母線断面曲率半径 r_y ・ 子線断面曲率半径 r_x も示した。)

YTOの定義式は母線断面が下記の非球面式で（各面の面頂点座標系で）

【0046】

【数1】

$$z = \frac{y^2/r_y}{1 + \text{SQRT}(1 - (1+k)y^2/r_y^2 + by^4 + cy^6 + dy^8 + ey^{10})}$$

【0047】

子線断面は平面 ($r_x = \infty$) である。

【0048】

ALの定義式は回転対称非球面で（各面の面頂点座標系で）

【0049】

【数2】

$$z = \frac{h^2/r}{1 + \text{SQRT}(1 - (1+k)h^2/r^2 + bh^4 + ch^6 + dh^8 + eh^{10})}$$

$$h^2 = x^2 + y^2, r = r_x = r_y \text{ である。}$$

【0050】

またローカル近軸(local-paraxial axis)ではローカル曲率半径 local- r_y , local- r_x ・ ローカル面間隔 local-d（反射面は逆符号） ・ ローカル焦点距離 local- f_y ,

local-fx ・面の屈折率 n d (反射面は逆符号) を示している。また各面でのヒットポイント座標 (面頂点を0,0) と表示光学系全系ローカル焦点距離・画角と照明光学系光学面Aのローカル焦点距離も示した。

【0051】

【表1】

(表-1)

(general - paraxial axis)									
n	ty	rx	d	shift	tilt	nd	vd		
1	0.00000	0.00000	21.947	0.000	0.000	1.000			
2	0.00000	0.00000	6.473	2.667	7.722	1.571	33.80		
3	0.00000	0.00000	-6.473	0.033	-19.492	-1.571	33.80		
4	0.00000	0.00000	1.778	2.667	7.722	1.571	33.80		
5	0.00000	0.00000	0.404	13.917	57.886	1.000			
6	0.00000	0.00000	0.101	14.561	59.670	1.490	40.00		
7	0.00000	0.00000	-0.361	14.734	59.670	1.000			
8	15.79325	0.00000	2.669	15.177	59.670	1.697	55.53		
9	14.54570	0.00000	-4.021	15.719	76.083	1.000			
10	0.00000	0.00000	4.950	16.715	46.947	1.000			
11	0.00000	0.00000	0.427	22.013	46.947	1.574	55.00		
12	0.00000	0.00000	-0.427	22.470	46.947	-1.574	55.00		
13	0.00000	0.00000	-0.929	22.013	46.947	-1.000			
14	14.54570	0.00000	-10.826	15.719	76.083	1.000			
15	0.00000	0.00000	0.752	18.402	59.917	1.000			
16	0.00000	0.00000	0.000	17.104	59.917	1.000			
2	a=-1.3632e-03	b=-1.7771e-03	c= 6.5563e+01						
	c02=-3.0283e-03	c03= 3.5287e-04	c04=-2.7502e-05	c05= 9.8039e-07	c06=-2.6508e-08				
	c20=-4.2727e-03	c21=-1.0561e-05	c22=-3.5505e-05	c23= 1.2546e-06	c24=-5.7129e-09				
	c40=-2.8801e-06	c41= 1.1232e-06	c42= 7.0465e-08	c60= 2.6610e-08					
3	a=-2.0158e-02	b=-2.2515e-02	c=-2.7354e+01						
	c02=-6.2330e-04	c03= 1.3989e-04	c04=-1.6025e-05	c05= 1.2214e-06	c06=-4.7580e-08				
	c20=-4.7237e-04	c21= 2.5720e-05	c22=-1.0699e-05	c23= 1.0623e-06	c24=-5.3514e-08				
	c40=-1.0723e-06	c41= 2.1844e-07	c42=-5.3233e-09	c60= 9.9350e-09					
4	a=-1.3632e-03	b=-1.7771e-03	c= 6.5563e+01						
	c02=-3.0283e-03	c03= 3.5287e-04	c04=-2.7502e-05	c05= 9.8039e-07	c06=-2.6508e-08				
	c20=-4.2727e-03	c21=-1.0561e-05	c22=-3.5505e-05	c23= 1.2546e-06	c24=-5.7129e-09				
	c40=-2.8801e-06	c41= 1.1232e-06	c42= 7.0465e-08	c60= 2.6610e-08					
5	a=-1.3851e-03	b= 1.6017e-03	c=-8.9533e+01						
	c02= 1.0510e-02	c03=-2.1540e-03	c04=-1.3580e-04	c05= 3.1244e-05	c06= 8.2444e-07				
	c20=-2.1651e-03	c21=-8.2899e-04	c22= 6.6575e-05	c23= 2.2146e-05	c24= 3.4349e-07				
	c40= 4.2718e-05	c41= 9.4940e-06	c42=-6.7378e-07	c60=-4.3731e-07					
8	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00				
9	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00				
14	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00				

【0052】

【表 2】

n	point (y , x)	fy	rx
2	(0.000, 0.000)	-149.115	-81.032
3	(0.000, 0.000)	-49.511	-40.052
4	(0.000, 0.000)	-149.115	-81.032
5	(0.000, 0.000)	47.570	111.617
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	15.793	0.000
9	(0.000, 0.000)	14.546	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	14.546	0.000

【 0 0 5 3 】

(local - paraxial axis)						
n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-65.86306	-77.83357	-115.367	-136.335	6.222	1.571
3	-49.93133	-40.06358	15.893	12.752	-9.333	-1.571
4	-392.95249	-75.39880	-125.072	-23.999	7.716	1.571
5	28.19217	79.09123	-49.382	-138.538	0.765	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.490
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.431	1.000
8	15.79325	0.00000	22.665	0.000	1.778	1.697
9	14.54570	0.00000	-20.875	0.000	2.337	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.253	1.000
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.625	1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.625	-1.574
13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.102	-1.000
14	14.54570	0.00000	7.273	0.000	0.000	1.000

【表 3】

n	hitpoint(y , x)	local_fy(2- 9)	local_fx(2- 9)	2wy	2wx
2	(-2.687, 0.000)				
3	(0.222, 0.000)				
4	(3.699, 0.000)				
5	(-2.082, 0.000)				
6	(-2.112, 0.000)				
7	(-2.121, 0.000)				
8	(-2.686, 0.000)				
9	(-0.630, 0.000)				
10	(-4.229, 0.000)				
11	(-4.022, 0.000)				
12	(-4.010, 0.000)				
13	(-3.999, 0.000)				
14	(-0.270, 0.000)				
		local_fy(2- 9)	local_fx(2- 9)	2wy	2wx
		23.150	21.697	21.18	28.00
		local_fy(14-14)	local_fx(14-14)		
		7.273	0.000		
		local_fyA/local_fy=0. 3 1 4			

【0 0 5 4】

【表 4】

(表-2)

(general - paraxial axis)									
n	rx	ry	d	shift	tilt	nd	vd		
1	0.00000	0.00000	21.573	0.000	0.000	1.000			
2	0.00000	0.00000	6.137	1.664	5.834	1.571	33.80		
3	0.00000	0.00000	-6.137	-0.426	-20.682	-1.571	33.80		
4	0.00000	0.00000	2.495	1.664	5.834	1.571	33.80		
5	0.00000	0.00000	0.342	13.511	56.351	1.000			
6	0.00000	0.00000	0.104	14.024	58.596	1.490	40.00		
7	0.00000	0.00000	-1.056	14.195	58.596	1.000			
8	17.29108	17.29108	2.902	15.074	58.596	1.697	55.53		
9	15.43623	15.43623	-4.152	15.158	72.224	1.000			
10	0.00000	0.00000	5.540	16.489	44.926	1.000			
11	0.00000	0.00000	0.443	22.015	44.926	1.574	55.00		
12	0.00000	0.00000	-0.443	22.457	44.926	-1.574	55.00		
13	0.00000	0.00000	-1.388	22.015	44.926	-1.000			
14	15.43623	15.43623	-11.171	15.158	72.224	1.000			
15	0.00000	0.00000	0.000	19.723	76.592	1.000			
16	0.00000	0.00000	0.000	19.723	76.592	1.000			
FFS	2	a=-7.5175e-04 c02=-2.5081e-03 c20=-4.2478e-03 c40=-1.3083e-06	b=-1.3587e-03 c03= 3.7442e-04 c21= 9.5056e-05 c41= 8.1249e-07	c= 7.2877e+01 c04=-2.5559e-05 c22=-4.4631e-05 c42= 5.5620e-08	c05= 7.2384e-07 c23= 1.6447e-06 c60= 2.6769e-08	c06=-2.9610e-08 c24=-1.6209e-08			
FFS	3	a=-1.9485e-02 c02=-3.2010e-04 c20=-4.0535e-05 c40=-1.1831e-06	b=-2.1742e-02 c03= 1.0738e-04 c21= 4.4563e-05 c41= 1.2609e-07	c=-3.1537e+01 c04=-1.8734e-05 c22=-1.6554e-05 c42= 7.9342e-09	c05= 1.2301e-06 c23= 1.3124e-06 c60= 1.5330e-08	c06=-4.0060e-08 c24=-5.1782e-08			
FFS	4	a=-7.5175e-04 c02=-2.5081e-03 c20=-4.2478e-03 c40=-1.3083e-06	b=-1.3587e-03 c03= 3.7442e-04 c21= 9.5056e-05 c41= 8.1249e-07	c= 7.2877e+01 c04=-2.5559e-05 c22=-4.4631e-05 c42= 5.5620e-08	c05= 7.2384e-07 c23= 1.6447e-06 c60= 2.6769e-08	c06=-2.9610e-08 c24=-1.6209e-08			
FFS	5	a=-1.4367e-03 c02= 7.1382e-03 c20=-6.3564e-03 c40= 8.1220e-05	b= 1.5621e-03 c03=-2.3347e-03 c21=-2.8956e-04 c41= 9.6181e-07	c=-8.9614e+01 c04=-2.1835e-04 c22= 1.6186e-04 c42=-2.1079e-06	c05= 2.1697e-05 c23= 1.2976e-05 c60=-8.3802e-07	c06= 1.0962e-06 c24=-1.9711e-06			
AL	8	k=-1.3503e+00	b=-8.2803e-06	c=-2.5354e-07	d= 4.5637e-09	e=-3.9637e-11			
AL	9	k= 7.5443e-01	b=-1.0462e-04	c= 8.0655e-07	d=-1.2461e-08	e= 8.0597e-11			
AL	14	k= 7.5443e-01	b=-1.0462e-04	c= 8.0655e-07	d=-1.2461e-08	e= 8.0597e-11			

【0055】

【表 5】

n	point (y , x)	(local - paraxial axis)			
		local-ry	local-rx	local-fy	local-fx
2	(0.000, 0.000)	-99.87626	-78.96097	-174.945	-138.310
3	(0.000, 0.000)	-55.88621	-41.26578	17.788	13.134
4	(0.000, 0.000)	-2108.66768	-77.88397	-671.165	-24.790
5	(0.000, 0.000)	34.99204	-616.99277	-61.293	1080.737
6	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	18.97864	17.53019	27.237	25.158
9	(0.000, 0.000)	15.55922	15.45952	-22.330	-22.187
10	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000
nd					
1.571					6.212
-1.571					-9.237
1.571					7.649
1.000					0.657
1.490					0.201
1.000					0.491
1.697					1.488
1.000					2.359
1.000					7.833
1.574					0.625
-1.574					-0.625
-1.000					-5.770
1.000					0.000

【 0 0 5 6 】

【表 6】

n	hitpoint(y , x)	local_fy(2- 9)	local_fx(2- 9)	2Wx	2Wy
2	(-1.672, 0.000)	23.841	21.080	21.18	28.00
3	(0.669, 0.000)				
4	(4.727, 0.000)				
5	(-1.691, 0.000)				
6	(-1.739, 0.000)				
7	(-1.754, 0.000)				
8	(-3.166, 0.000)				
9	(-0.743, 0.000)				
10	(-4.632, 0.000)				
11	(-4.284, 0.000)				
12	(-4.266, 0.000)				
13	(-4.249, 0.000)				
14	(-0.132, 0.000)				
local_fy(14-14) local_fx(14-14)					
7.720 7.718					
local_fyA/local_fy=0. 3 2 4					

【0 0 5 7】

【表7】

(表-3)

(general - paraxial axis)

n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
1	0.00000	0.00000	21.540	0.000	0.000	1.000	
2	0.00000	0.00000	6.339	2.062	6.225	1.571	33.80
3	0.00000	0.00000	-6.339	0.215	-20.700	-1.571	33.80
4	0.00000	0.00000	1.770	2.062	6.225	1.571	33.80
5	0.00000	0.00000	-1.771	14.225	56.286	1.000	
6	0.00000	0.00000	2.695	16.384	59.116	1.697	55.53
7	22.08045	0.00000	-0.740	16.344	71.934	1.697	55.53
8	0.00000	0.00000	0.920	25.735	53.407	1.000	
9	0.00000	0.00000	0.414	26.974	48.565	1.574	55.00
10	0.00000	0.00000	-0.414	27.442	48.565	-1.574	55.00
11	0.00000	0.00000	-0.920	26.974	48.565	-1.000	
12	0.00000	0.00000	0.740	25.735	53.407	-1.697	55.53
13	22.08045	0.00000	-19.549	16.344	71.934	1.697	55.53
14	0.00000	0.00000	0.000	22.721	86.722	1.000	
15	0.00000	0.00000	0.000	22.721	86.722	1.000	
FFS	a=-1.8060e-03 c02=-1.5905e-03 c20=-5.1550e-03 c40=2.6289e-06	b=-2.1909e-03 c03=4.0155e-04 c21=-7.7196e-05 c41=-1.7718e-07	c=7.4050e+01 c04=-2.4613e-05 c22=-2.2146e-05 c42=2.7004e-08	c5=3.7260e-07 c23=-5.8720e-07 c60=-7.8304e-09	c06=-3.6206e-08 c24=4.1611e-09		
FFS	a=-2.0722e-02 c02=5.8091e-06 c20=-1.1823e-03 c40=4.3744e-07	b=-2.2394e-02 c03=4.9306e-05 c21=-1.0232e-05 c41=-1.6007e-07	c=-3.2749e+01 c04=-1.8735e-05 c22=-5.2026e-06 c42=2.3045e-09	c5=1.0190e-06 c23=2.0768e-07 c60=-1.5022e-09	c06=-3.4082e-08 c24=-3.3712e-08		
FFS	a=-1.8060e-03 c02=-1.5905e-03 c20=-5.1550e-03 c40=2.6289e-06	b=-2.1909e-03 c03=4.0155e-04 c21=-7.7196e-05 c41=-1.7718e-07	c=7.4050e+01 c04=-2.4613e-05 c22=-2.2146e-05 c42=2.7004e-08	c5=3.7260e-07 c23=-5.8720e-07 c60=-7.8304e-09	c06=-3.6206e-08 c24=4.1611e-09		
FFS	a=-4.6931e-03 c02=-8.8145e-03 c20=3.6225e-03 c40=2.1773e-05	b=-1.6538e-03 c03=-3.5495e-03 c21=-1.5457e-03 c41=8.1222e-06	c=-6.8660e+03 c04=3.1688e-04 c22=7.6485e-05 c42=-5.2908e-09	c5=4.0726e-05 c23=4.3942e-05 c60=-2.4331e-07	c06=-2.7410e-06 c24=2.3864e-06		
YTO	k=0.0000e+00	b=0.0000e+00	c=0.0000e+00	d=0.0000e+00	e=0.0000e+00		
YTO	k=0.0000e+00	b=0.0000e+00	c=0.0000e+00	d=0.0000e+00	e=0.0000e+00		

【0058】

【表 8】

n	point (y , x)	ry	rx
2	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
3	(0.000, 0.000)	-55.188	-35.718
4	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
5	(0.000, 0.000)	-48.824	269.208
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	22.080	0.000
8	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
9	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	22.080	0.000
14	(0.000, 0.000)	0.000	0.000

【0059】

(local - paraxial axis)						
n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-99.22407	-57.32310	-173.803	-100.408	6.129	1.571
3	-55.18528	-35.71802	17.565	11.369	-9.430	-1.571
4	753.05851	-51.62650	239.690	-16.432	7.533	1.571
5	27.03153	92.87075	-47.349	-162.674	1.067	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	2.180	1.697
7	22.08045	0.00000	0.000	0.000	6.007	1.697
8	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.831	1.000
9	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.629	1.574
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.629	-1.574
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.870	-1.000
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-6.897	-1.697
13	22.08045	0.00000	6.507	0.000	7.914	1.697
14	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	1.000

【表 9】

n	hitpoint(y , x)	local_fy(2- 8)	local_fx(2- 8)	2wy	2wx
2	(-2.073, 0.000)	21.703	21.751	21.18	28.00
3	(-0.003, 0.000)				
4	(4.656, 0.000)				
5	(-2.329, 0.000)				
6	(-5.028, 0.000)				
7	(-2.899, 0.000)				
8	(-8.530, 0.000)				
9	(-8.478, 0.000)				
10	(-8.405, 0.000)				
11	(-8.332, 0.000)				
12	(-8.072, 0.000)				
13	(-0.852, 0.000)				
14	(-18.498, 0.000)				
		local_fy(13-13)	local_fx(13-13)		
		6.507	0.000		
		local_fyA/local_fy=0. 3 0 0			

【 0 0 6 0 】

【表 10】

(表-4)

(general - paraxial axis)

n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
1	0.00000	0.00000	21.540	0.000	0.000	1.000	
2	0.00000	0.00000	6.339	2.062	6.225	1.571	33.80
3	0.00000	0.00000	-6.339	0.215	-20.700	-1.571	33.80
4	0.00000	0.00000	1.770	2.062	6.225	1.571	33.80
5	0.00000	0.00000	-1.771	14.225	56.286	1.000	55.53
6	70.00000	70.00000	2.695	16.384	59.116	1.697	55.53
7	20.00000	20.00000	-0.740	16.344	71.934	1.697	55.53
8	40.00000	40.00000	1.066	25.735	46.286	1.000	55.00
9	0.00000	0.00000	0.391	26.850	51.286	1.574	55.00
10	0.00000	0.00000	-0.391	27.338	51.286	-1.574	55.00
11	0.00000	0.00000	-1.066	26.850	51.286	-1.000	55.53
12	40.00000	40.00000	0.740	25.735	46.286	-1.697	55.53
13	20.00000	20.00000	-19.549	16.344	71.934	1.697	55.53
14	0.00000	0.00000	0.000	22.721	86.726	1.000	
15	0.00000	0.00000	0.000	22.721	86.726	1.000	
PFS	a=-1.8060e-03 c02=-1.5905e-03 c20=-5.1550e-03 c40= 2.6289e-06	b=-2.1909e-03 c03= 4.0155e-04 c21=-7.7196e-05 c41=-1.7718e-07	c= 7.4050e+01 c04=-2.4613e-05 c22=-2.2146e-05 c42= 2.7004e-08	c5= 3.7260e-07 c23=-5.8720e-07 c60=-7.8304e-09	c06=-3.6206e-08 c24= 4.1611e-09		
PFS	a=-2.0722e-02 c02= 5.8091e-06 c20=-1.1823e-03 c40= 4.3744e-07	b=-2.2394e-02 c03= 4.9306e-05 c21=-1.0232e-05 c41=-1.6007e-07	c=-3.2749e+01 c04=-1.8735e-05 c22=-5.2026e-06 c42= 2.3045e-09	c5= 1.0190e-06 c23= 2.0768e-07 c60=-1.5022e-09	c06=-3.4082e-08 c24=-3.3712e-08		
PFS	a=-1.8060e-03 c02=-1.5905e-03 c20=-5.1550e-03 c40= 2.6289e-06	b=-2.1909e-03 c03= 4.0155e-04 c21=-7.7196e-05 c41=-1.7718e-07	c= 7.4050e+01 c04=-2.4613e-05 c22=-2.2146e-05 c42= 2.7004e-08	c5= 3.7260e-07 c23=-5.8720e-07 c60=-7.8304e-09	c06=-3.6206e-08 c24= 4.1611e-09		
PFS	a=-4.6931e-03 c02=-8.8145e-03 c20= 3.6225e-03 c40= 2.1773e-05	b=-1.6538e-03 c03=-3.5495e-03 c21=-1.5457e-03 c41= 8.1222e-06	c=-6.8660e+03 c04= 3.1688e-04 c22= 7.6485e-05 c42=-5.2908e-09	c5= 4.0726e-05 c23= 4.3942e-05 c60=-2.4331e-07	c06=-2.7410e-06 c24= 2.3864e-06		
AL	k= 0.0000e+00	b= 1.0000e-05	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		
AL	k= 0.0000e+00	b= 1.0000e-05	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		

【0061】

【表11】

		point (y , x)		ry		rx	
n		()	()	()
2		(	0.000,	-268.081	-56.875	
2		(	0.000,	0.000)		
3		(	0.000,	-55.188	-35.718	
4		(	0.000,	0.000)		
4		(	0.000,	-268.081	-56.875	
5		(	0.000,	-48.824	269.208	
5		(	0.000,	0.000)		
6		(	0.000,	70.000	70.000	
6		(	0.000,	0.000)		
7		(	0.000,	20.000	20.000	
7		(	0.000,	0.000)		
8		(	0.000,	40.000	40.000	
8		(	0.000,	0.000)		
9		(	0.000,	0.000	0.000	
10		(	0.000,	0.000)		
11		(	0.000,	0.000	0.000	
11		(	0.000,	0.000)		
12		(	0.000,	40.000	40.000	
12		(	0.000,	0.000)		
13		(	0.000,	20.000	20.000	
13		(	0.000,	0.000)		
14		(	0.000,	0.000	0.000	
14		(	0.000,	0.000)		

		(local - paraxial axis)							
n		local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d		nd	
2	PFS	-99.22407	-57.32310	-173.803	-100.408	6.129	1.571	1.571	
3	PFS-M	-55.18528	-35.71802	17.565	11.369	-9.430	-1.571	-1.571	
4	PFS-M	753.05851	-51.62650	239.690	-16.432	7.533	1.571	1.571	
5	PFS	27.03153	92.87075	-47.349	-162.674	1.249	1.000	1.000	
6		70.00000	69.81825	100.460	100.199	1.998	1.697	1.697	
7	AL	19.63748	19.67019	0.000	0.000	5.856	1.697	1.697	
8		40.00000	39.13615	-57.406	-56.166	1.408	1.000	1.000	
9		0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.627	1.574	1.574	
10	M	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.627	-1.574	-1.574	
11		0.00000	0.00000	0.000	0.000	-1.463	-1.000	-1.000	
12		40.00000	39.23089	-57.406	-56.302	-6.456	-1.697	-1.697	
13	AL-M	19.92023	19.93097	5.870	5.873	8.003	1.697	1.697	
14		0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	

【0062】

【表 1 2】

n	hitpoint(y,x)	local_fy(2-8)	local_fx(2-8)	2wy	2wx
2	(-2.073, 0.000)	21.173	20.866	21.18	28.00
3	(-0.003, 0.000)				
4	(4.656, 0.000)				
5	(-2.329, 0.000)				
6	(-5.041, 0.000)				
7	(-2.847, 0.000)				
8	(-8.268, 0.000)				
9	(-7.998, 0.000)				
10	(-7.947, 0.000)				
11	(-7.896, 0.000)				
12	(-7.806, 0.000)				
13	(-1.299, 0.000)				
14	(-19.199, 0.000)				
		local_fy(13-13)	local_fx(13-13)		
		5.870	5.873		
		local_fyA/local_fy=0.277			

【0 0 6 3】

【表 1 4】

n	point (y , x)	ry	rx
2	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
3	(0.000, 0.000)	-55.188	-35.718
4	(0.000, 0.000)	-268.081	-56.875
5	(0.000, 0.000)	-48.824	269.208
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	25.000	0.000
9	(0.000, 0.000)	70.000	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	70.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	25.000	0.000
15	(0.000, 0.000)	0.000	0.000

【0 0 6 5】

(local - paraxial axis)						
n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
2	-99.22407	-57.32310	-173.803	-100.408	6.129	1.571
3	-55.18528	-35.71802	17.565	11.369	-9.430	-1.571
4	753.05851	-51.62650	239.690	-16.432	8.253	1.571
5	24.89676	89.60754	-43.610	-156.958	0.446	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	2.412	1.000
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.624	1.000
8	25.00000	0.00000	35.878	0.000	6.455	1.697
9	70.00000	69.99520	-100.460	-100.453	0.496	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.626	1.574
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.626	-1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.498	-1.000
13	70.00000	69.99555	-100.460	-100.455	-6.728	-1.697
14	25.00000	0.00000	7.367	0.000	8.374	1.697
15	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	1.000

【表 1 5】

n	hitpoint(y , x)	local_fy(2- 9)	local_fx(2- 9)	2wy	2wx
2	(-2.073, 0.000)	19.059	21.545	21.18	28.00
3	(-0.003, 0.000)				
4	(4.656, 0.000)				
5	(-2.481, 0.000)				
6	(-2.325, 0.000)				
7	(-5.838, 0.000)				
8	(-3.328, 0.000)				
9	(-0.820, 0.000)				
10	(-0.784, 0.000)				
11	(-0.755, 0.000)				
12	(-0.727, 0.000)				
13	(-0.691, 0.000)				
14	(-2.584, 0.000)				
15	(-20.499, 0.000)				
		local_fy(14-14)	local_fx(14-14)		
		7.367	0.000		
		local_fyA/local_fy=0. 3 8 7			

【 0 0 6 6 】

【表 1 6】

(表-6)

(general - paraxial axis)

n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
1	0.00000	0.00000	20.730	0.000	0.000	1.000	
2	0.00000	0.00000	5.549	0.654	2.687	1.571	33.80
3	0.00000	0.00000	-5.549	-0.239	-23.969	-1.571	33.80
4	0.00000	0.00000	3.388	0.654	2.687	1.571	33.80
5	0.00000	0.00000	0.335	13.116	53.162	1.000	
6	0.00000	0.00000	0.115	13.564	54.804	1.490	40.00
7	0.00000	0.00000	-2.236	13.727	54.804	1.000	
8	29.79740	0.00000	2.719	15.549	54.804	1.697	55.53
9	26.23079	0.00000	-4.566	14.982	59.935	1.000	
10	0.00000	0.00000	5.747	17.625	32.793	1.000	
11	0.00000	0.00000	0.525	21.327	32.793	1.574	55.00
12	0.00000	0.00000	-0.525	21.666	32.793	-1.574	55.00
13	0.00000	0.00000	-1.181	21.327	32.793	-1.000	
14	26.23079	0.00000	-8.996	14.982	59.935	1.000	
15	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000	
16	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000	
FFS							
2	a=-1.1593e-03	b=-1.6398e-03	c= 7.8071e+01	c04=-1.8926e-05	c05= 5.9709e-07	c06=-3.5850e-08	
	c02=-2.3509e-04	c03= 2.9994e-04	c04=-1.8926e-05	c22=-4.1939e-05	c23= 6.3222e-07	c24=-4.3747e-09	
	c20=-5.1589e-03	c21= 6.2380e-05	c22=-1.1714e-05	c42= 5.3936e-08	c60=-1.1446e-08		
	c40= 1.8711e-05	c41= 9.1172e-07	c42= 1.1798e-09				
FFS							
3	a=-1.9609e-02	b=-2.3012e-02	cs=3.5340e+01	c04=-9.5882e-06	c05= 1.2281e-06	c06=-6.3210e-08	
	c02= 3.9565e-04	c03=-7.3395e-05	c04=-9.5882e-06	c22=-1.1714e-05	c23= 1.4495e-06	c24=-9.3332e-08	
	c20=-1.8285e-03	c21= 1.3428e-06	c22=-1.1714e-05	c42= 1.1798e-09	c60= 4.3016e-09		
	c40= 5.8598e-06	c41=-1.3467e-07	c42= 1.1798e-09				
FFS							
4	a=-1.1593e-03	b=-1.6398e-03	c= 7.8071e+01	c04=-1.8926e-05	c05= 5.9709e-07	c06=-3.5850e-08	
	c02=-2.3509e-04	c03= 2.9994e-04	c04=-1.8926e-05	c22=-4.1939e-05	c23= 6.3222e-07	c24=-4.3747e-09	
	c20=-5.1589e-03	c21= 6.2380e-05	c22=-4.1939e-05	c42= 5.3936e-08	c60=-1.1446e-08		
	c40= 1.8711e-05	c41= 9.1172e-07	c42= 1.1798e-09				
FFS							
5	a=-1.4814e-03	b= 1.5049e-03	cs=-8.9477e+01	c04=-7.2949e-04	c05= 7.8229e-05	c06= 8.3150e-06	
	c02= 1.4647e-02	c03=-3.5286e-03	c04=-7.2949e-04	c22=-2.3699e-05	c23= 2.9358e-05	c24= 2.5320e-06	
	c20= 2.7602e-03	c21=-1.1400e-03	c22=-2.3699e-05	c42=-1.9865e-06	c60= 1.3959e-06		
	c40=-1.0450e-04	c41= 8.7978e-06	c42=-1.9865e-06				
YTO							
8	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		
YTO							
9	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		
YTO							
14	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		

【0 0 6 7】

【表17】

n	point (y , x)	rx		ry		rx		nd
		local-rx	local-ry	local-fx	local-fy	local-d	local-d	
2	(0.000, 0.000)	-58.11304	-490.75204	-101.792	-859.611	5.666	5.666	1.571
3	(0.000, 0.000)	-33.56413	-59.57166	10.683	18.961	-8.928	-8.928	-1.571
4	(0.000, 0.000)	-52.17546	334.69263	-16.607	106.529	7.300	7.300	1.571
5	(0.000, 0.000)	109.98489	24.83268	-192.652	-43.497	0.572	0.572	1.000
6	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	0.200	1.490
7	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.473	0.473	1.000
8	(0.000, 0.000)	0.00000	29.79740	0.000	42.763	1.004	1.004	1.697
9	(0.000, 0.000)	0.00000	26.23079	0.000	-37.645	3.251	3.251	1.000
10	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.141	7.141	1.000
11	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.636	0.636	1.574
12	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.636	-0.636	-1.574
13	(0.000, 0.000)	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.432	-5.432	-1.000
14	(0.000, 0.000)	0.00000	26.23079	0.000	13.115	0.000	0.000	1.000

【0068】

【表 1 8】

n	hitpoint(y ,x)	local_fy(2- 9)	local_fx(2- 9)	2Wx	2Wy
2	(-0.654, 0.000)	20.800	18.844	21.18	28.00
3	(0.365, 0.000)				
4	(6.102, 0.000)				
5	(-1.053, 0.000)				
6	(-1.085, 0.000)				
7	(-1.096, 0.000)				
8	(-4.013, 0.000)				
9	(-1.466, 0.000)				
10	(-6.920, 0.000)				
11	(-4.857, 0.000)				
12	(-4.740, 0.000)				
13	(-4.624, 0.000)				
14	(1.811, 0.000)				
		local_fy(14-14)	local_fx(14-14)		
		13.115	0.000		
		local_fyA/local_fy=0. 6 3 1			

【0 0 6 9】

【表 1 9】

(表-7)

(general - paraxial axis)

(general - paraxial axis)								
	n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
FFS	1	0.00000	0.00000	20.713	0.000	0.000	1.000	
	2	0.00000	0.00000	5.615	0.487	2.903	1.571	33.80
	3	0.00000	0.00000	-5.615	-0.084	-23.525	-1.571	33.80
	4	0.00000	0.00000	3.071	0.487	2.903	1.571	33.80
	5	0.00000	0.00000	0.398	13.148	52.091	1.000	
FFS	6	0.00000	0.00000	0.117	13.659	54.155	1.490	40.00
	7	0.00000	0.00000	-1.152	13.821	54.155	1.000	
	8	19.48581	0.00000	1.588	14.900	54.155	1.697	55.53
YTO	9	31.16175	0.00000	-4.272	15.305	59.856	1.000	
	10	0.00000	0.00000	5.929	17.786	32.062	1.000	
M	11	0.00000	0.00000	0.530	21.500	32.062	1.574	55.00
	12	0.00000	0.00000	-0.530	21.831	32.062	-1.574	55.00
	13	0.00000	0.00000	-1.658	21.500	32.062	-1.000	
YTO-M	14	31.16175	0.00000	-8.924	15.305	59.856	1.000	
	15	0.00000	0.00000	0.000	20.487	83.990	1.000	
	16	0.00000	0.00000	0.000	20.487	83.990	1.000	
FFS	2	a=-1.1163e-03 c02=-5.3522e-04 c20=-5.0679e-03 c40= 1.9036e-05	b=-1.6003e-03 c03= 2.8361e-04 c21= 7.5338e-05 c41= 1.0092e-06	c= 7.7534e+01 c04=-1.7627e-05 c22=-4.1682e-05 c42= 7.5540e-08	c5= 6.1582e-07 c23= 8.4134e-07 c60=-7.4653e-09	c06=-3.7429e-08 c24=-1.1497e-09		
	3	a=-1.9428e-02 c02= 3.1599e-04 c20=-1.7000e-03 c40= 6.4644e-06	b=-2.2904e-02 c03=-7.0392e-05 c21= 1.1075e-05 c41=-9.6889e-08	c=-3.4646e+01 c04=-7.5362e-06 c22=-1.1258e-05 c42= 4.0587e-09	c05= 1.1197e-06 c23= 1.2401e-06 c60= 4.3381e-09	c06=-6.4823e-08 c24=-8.2386e-08		
	4	a=-1.1163e-03 c02=-5.3522e-04 c20=-5.0679e-03 c40= 1.9036e-05	b=-1.6003e-03 c03= 2.8361e-04 c21= 7.5338e-05 c41= 1.0092e-06	c= 7.7534e+01 c04=-1.7627e-05 c22=-4.1682e-05 c42= 7.5540e-08	c5= 6.1582e-07 c23= 8.4134e-07 c60=-7.4653e-09	c06=-3.7429e-08 c24=-1.1497e-09		
	5	a=-1.5738e-03 c02= 2.0513e-02 c20= 1.8730e-03 c40=-9.3048e-05	b= 1.4139e-03 c03=-3.8954e-03 c21=-9.3321e-04 c41= 8.1901e-06	c=-8.8013e+01 c04=-7.6113e-04 c22= 1.0807e-04 c42=-1.6780e-06	c05= 7.6018e-05 c23= 3.6438e-05 c60= 1.5041e-06	c06= 8.7094e-06 c24= 1.0655e-06		
YTO	8	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		
YTO	9	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		
YTO	14	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00		

【0 0 7 0】

【表20】

n	point (y , x)	ry	rx
2	(0.000, 0.000)	-733.324	-60.871
3	(0.000, 0.000)	-59.592	-34.331
4	(0.000, 0.000)	-733.324	-60.871
5	(0.000, 0.000)	24.377	694.833
6	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
7	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
8	(0.000, 0.000)	19.486	0.000
9	(0.000, 0.000)	31.162	0.000
10	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
11	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
12	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
13	(0.000, 0.000)	0.000	0.000
14	(0.000, 0.000)	31.162	0.000

【0071】

(local - paraxial axis)						
n	local-ry	local-rx	local-ry	local-fx	local-d	nd
2	-445.42161	-60.52438	-780.209	-106.016	5.672	1.571
3	-59.23828	-34.32886	18.855	10.926	-8.901	-1.571
4	429.31705	-54.65676	136.647	-17.397	7.206	1.571
5	18.81219	248.07892	-32.952	-434.540	0.655	1.000
6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.490
7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.418	1.000
8	19.48581	0.00000	27.965	0.000	1.277	1.697
9	31.16175	0.00000	-44.721	0.000	3.372	1.000
10	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.355	1.000
11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.637	1.574
12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.637	-1.574
13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.791	-1.000
14	31.16175	0.00000	15.581	0.000	0.000	1.000

【表 2 1】

n	hitpoint(y , x)	local_fy(2- 9)	local_fx(2- 9)	2wy	2wx
2	(-0.487, 0.000)	20.050	18.934	21.18	28.00
3	(0.204, 0.000)				
4	(6.206, 0.000)				
5	(-1.280, 0.000)				
6	(-1.300, 0.000)				
7	(-1.309, 0.000)				
8	(-2.902, 0.000)				
9	(-1.837, 0.000)				
10	(-7.010, 0.000)				
11	(-4.741, 0.000)				
12	(-4.616, 0.000)				
13	(-4.491, 0.000)				
14	(1.854, 0.000)				
		local_fy(14-14)	local_fx(14-14)		
		15.581	0.000		

$$\text{local_fyA} / \text{local_fy} = 0.777$$

【0072】

【表 2 2】

(表-8)
(general - paraxial axis)

	n	ry	rx	d	shift	tilt	nd	vd
	1	0.00000	0.00000	20.730	0.000	0.000	1.000	
FFS	2	0.00000	0.00000	1.000	0.654	2.687	1.495	52.96
FFS	3	0.00000	0.00000	5.549	0.654	2.687	1.000	
FFS-M	4	0.00000	0.00000	-5.549	-0.239	-23.969	-1.000	
FFS-M	5	0.00000	0.00000	3.388	0.654	2.687	1.000	
	6	0.00000	0.00000	0.335	13.116	53.162	1.000	
	7	0.00000	0.00000	0.115	13.564	54.804	1.495	36.70
	8	0.00000	0.00000	-2.236	13.727	54.804	1.000	
YTO	9	29.79740	0.00000	2.719	15.549	54.804	1.702	51.28
YTO	10	26.23079	0.00000	-4.566	14.982	59.935	1.000	
	11	0.00000	0.00000	5.747	17.625	32.793	1.000	
	12	0.00000	0.00000	0.525	21.327	32.793	1.578	50.70
M	13	0.00000	0.00000	-0.525	21.666	32.793	-1.578	50.70
	14	0.00000	0.00000	-1.181	21.327	32.793	-1.000	
YTO-M	15	26.22988	0.00000	-8.996	14.982	59.935	1.000	
	16	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000	
	17	0.00000	0.00000	0.000	20.189	83.736	1.000	
FFS	2	a=-1.1593e-03 c02=-2.3509e-04 c20=-5.1589e-03 c40=1.8711e-05	b=-1.6398e-03 c03=2.9994e-04 c21=6.2380e-05 c41=9.1172e-07	c=7.8071e+01 c04=-1.8926e-05 c22=-4.1939e-05 c42=5.3936e-08	c05=5.9709e-07 c23=6.3222e-07 c60=-1.1446e-08	c06=-3.5850e-08 c24=-4.3747e-09		
FFS	3	a=-1.1593e-03 c02=-2.3509e-04 c20=-5.1589e-03 c40=1.8711e-05	b=-1.6398e-03 c03=2.9994e-04 c21=6.2380e-05 c41=9.1172e-07	c=7.8071e+01 c04=-1.8926e-05 c22=-4.1939e-05 c42=5.3936e-08	c05=5.9709e-07 c23=6.3222e-07 c60=-1.1446e-08	c06=-3.5850e-08 c24=-4.3747e-09		
FFS	4	a=-1.9609e-02 c02=3.9565e-04 c20=-1.8285e-03 c40=5.8598e-06	b=-2.8000e-02 c03=-7.3395e-05 c21=1.3428e-06 c41=-1.3467e-07	c=-3.5340e+01 c04=-9.5882e-06 c22=-1.1714e-05 c42=1.1798e-09	c05=1.2281e-06 c23=1.4495e-06 c60=4.3016e-09	c06=-6.3210e-08 c24=-9.3332e-08		
FFS	5	a=-1.1593e-03 c02=-2.3509e-04 c20=-5.1589e-03 c40=1.8711e-05	b=-1.6398e-03 c03=2.9994e-04 c21=6.2380e-05 c41=9.1172e-07	c=7.8071e+01 c04=-1.8926e-05 c22=-4.1939e-05 c42=5.3936e-08	c05=5.9709e-07 c23=6.3222e-07 c60=-1.1446e-08	c06=-3.5850e-08 c24=-4.3747e-09		

[0073]

【0073】

【表 2 3】

YT0	9	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00
YT0	10	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00
YT0	15	k= 0.0000e+00	b= 0.0000e+00	c= 0.0000e+00	d= 0.0000e+00	e= 0.0000e+00
n point (y , x) ry rx						
	2	(0.000, 0.000)		-1316.712		-58.517
	3	(0.000, 0.000)		-1316.712		-58.517
	4	(0.000, 0.000)		-53.686		-30.452
	5	(0.000, 0.000)		-1316.712		-58.517
	6	(0.000, 0.000)		0.000		0.000
	7	(0.000, 0.000)		0.000		0.000
	8	(0.000, 0.000)		0.000		0.000
	9	(0.000, 0.000)		29.797		0.000
	10	(0.000, 0.000)		26.231		0.000
	11	(0.000, 0.000)		0.000		0.000
	12	(0.000, 0.000)		0.000		0.000
	13	(0.000, 0.000)		0.000		0.000
	14	(0.000, 0.000)		0.000		0.000
	15	(0.000, 0.000)		26.230		0.000

【 0 0 7 4 】

【表 2 4】

		(local - paraxial axis)					
	n	local-ry	local-rx	local-fy	local-fx	local-d	nd
FFS	2	-490.75204	-58.11304	-991.464	-117.405	0.999	1.495
FFS	3	-498.62033	-58.12521	1007.360	117.430	5.631	1.000
FFS-M	4	-53.19914	-30.43192	26.600	15.216	-8.714	-1.000
FFS-M	5	316.17184	-52.84504	158.086	-26.423	7.538	1.000
	6	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.599	1.000
	7	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.200	1.495
	8	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.513	1.000
YTO	9	29.79740	0.00000	42.472	0.000	1.005	1.702
YTO	10	26.23079	0.00000	-37.388	0.000	3.417	1.000
	11	0.00000	0.00000	0.000	0.000	7.187	1.000
	12	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.637	1.578
M	13	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-0.637	-1.578
	14	0.00000	0.00000	0.000	0.000	-5.435	-1.000
YTO-M	15	26.22988	0.00000	13.115	0.000	0.000	1.000

【0 0 7 5】

【表 2 5】

```

n      hitpoint( y , x )
2      ( -0.654, 0.000 )
3      ( -0.639, 0.000 )
4      ( 0.278, 0.000 )
5      ( 5.775, 0.000 )
6      ( -1.360, 0.000 )
7      ( -1.381, 0.000 )
8      ( -1.389, 0.000 )
9      ( -4.298, 0.000 )
10     ( -1.738, 0.000 )
11     ( -7.269, 0.000 )
12     ( -5.051, 0.000 )
13     ( -4.927, 0.000 )
14     ( -4.802, 0.000 )
15     ( 1.734, 0.000 )

local_fy( 2-10)  local_fx( 2-10)      2Wx      2Wy
24.002          20.048          15.07      20.00

local_fy(15-15)  local_fx(15-15)
13.115           0.000

local_fyA/local_fy=0.  5 4 6

```

【0 0 7 6】

図 9 は本発明の各実施形態の画像表示装置 S を観察者 S A の左右眼用に一対設けるように構成することにより、両眼式のヘッドマウントディスプレイを構成したときの説明図である。

【0 0 7 7】

本発明において例えば表示素子に表示する画像として両眼視差を用いれば立体視が可能な画像観察システムを構築することができる。

【0078】

尚、必ずしも両眼でなく、左右どちらかの眼用に1ユニットのみ設けた単眼式HMDとしても良いことは勿論である。

【 0 0 7 9 】

【発明の効果】

本発明によれば以上のように液晶ディスプレイ等の表示手段に表示した画像情報を観察する際、光源手段から表示手段に至る照明光学系及び表示手段からの光束を観察者の眼球に導光するための表示光学系の構成を適切に設定することによって、装置全体の小型化を図りつつ光量のロスを減らし、該画像情報を良好なる画質で観察することができる画像観察装置及びそれを用いたヘッドマウントディスプレイを達成することができる。

【 0 0 8 0 】

特に本発明によれば照明光源からの光量ロスが少なく、十分なコントラストを持った画質を提供し、コンパクトな照明光学系と表示光学系が成り立つ反射型LCDを使ったHMDを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の要部断面図

【図2】本発明の実施形態2の要部断面図

【図3】本発明の実施形態3の要部断面図

【図4】本発明の実施形態4の要部断面図

【図5】本発明の実施形態5の要部断面図

【図6】本発明の実施形態6の要部断面図

【図7】本発明の実施形態7の要部断面図

【図8】本発明の実施形態8の要部断面図

【図9】本発明の画像表示装置をHMDに適用したときの要部概略図

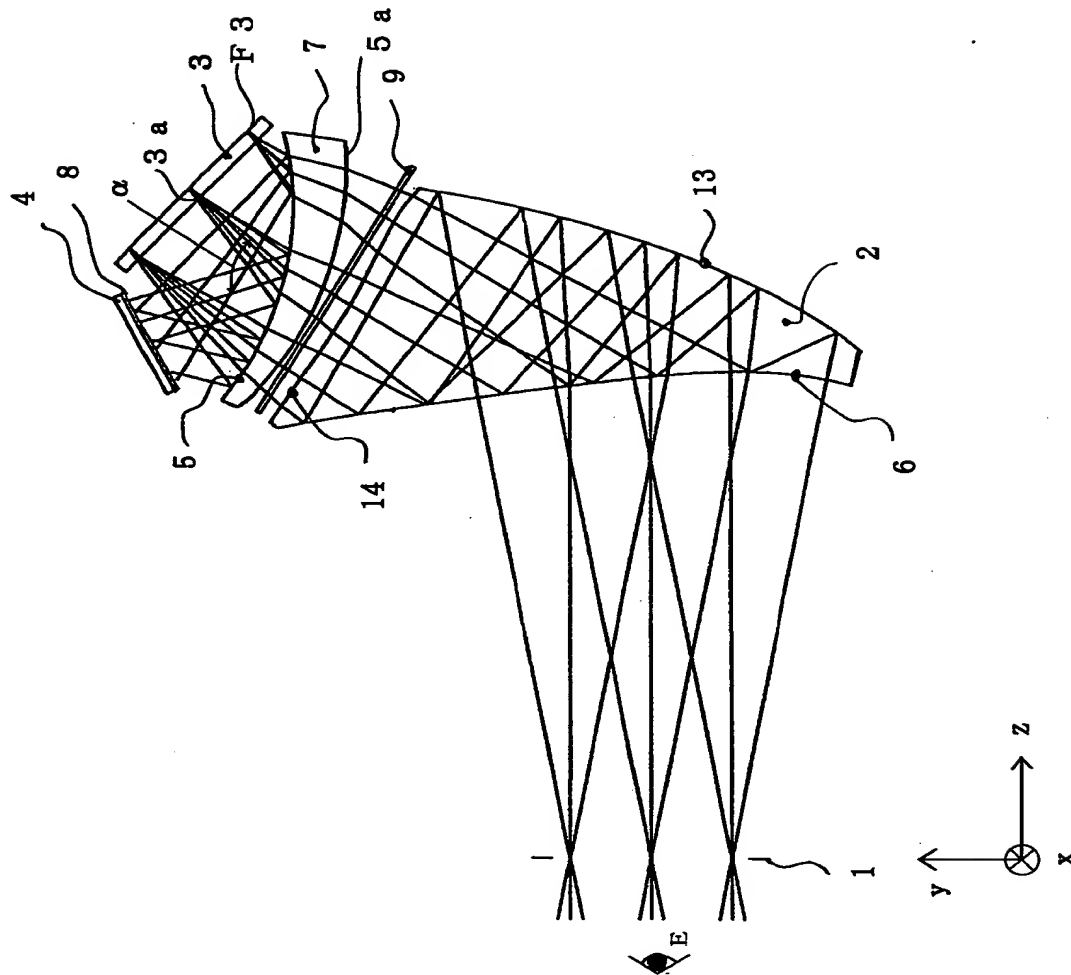
【符号の説明】

- 1 眼球
- 2 自由曲面プリズム
- 3 反射型LCD（図はLCDの保護板を示しており、液晶面はピント面に存在する。）
- 4 照明光源（平面光源）
- 5 光学面A

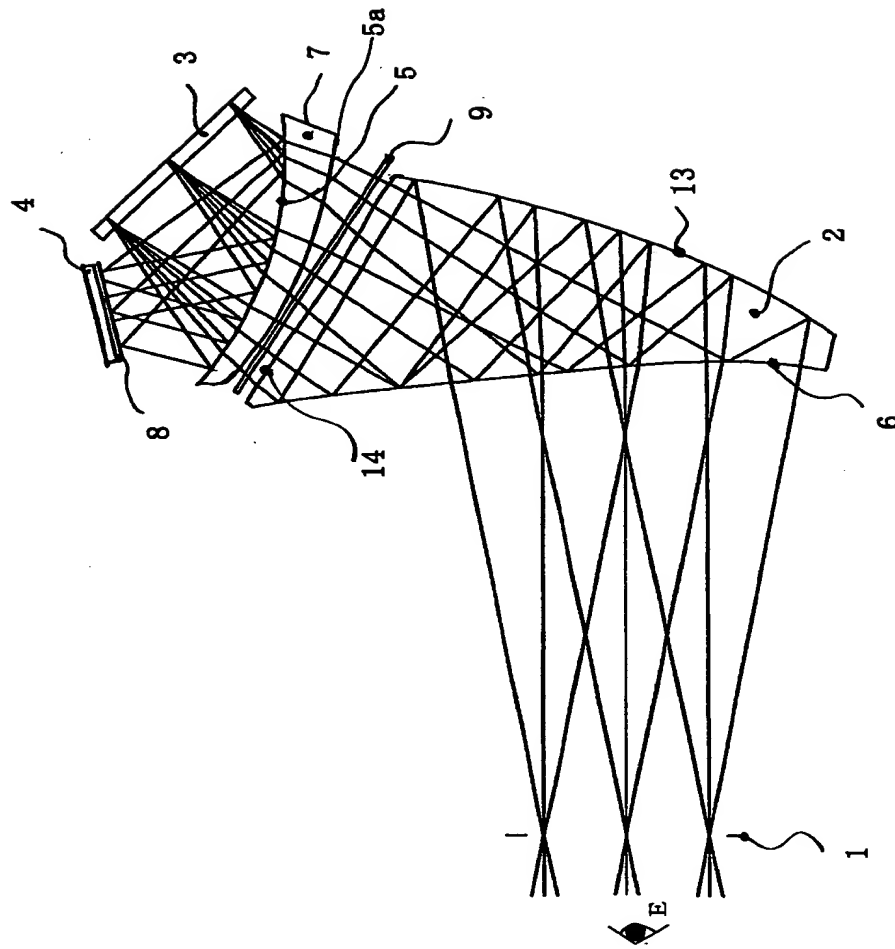
- 6 透過面 B (自由曲面プリズムの全反射面)
- 7 ブーメラン型レンズ
- 8 偏光板 1
- 9 偏光板 2
- 1 0 照明系プリズム
- 1 1 照明系補正プリズム
- 1 2 照明系接合プリズム
- 1 3 自由曲面プリズムの凹面鏡
- 1 4 自由曲面プリズムの入射面
- 1 5 照明系接合プリズム面 1
- 1 6 照明系接合プリズム面 2
- 1 7 自由曲面ミラー 1
- 1 8 自由曲面ミラー 2

【書類名】 図面

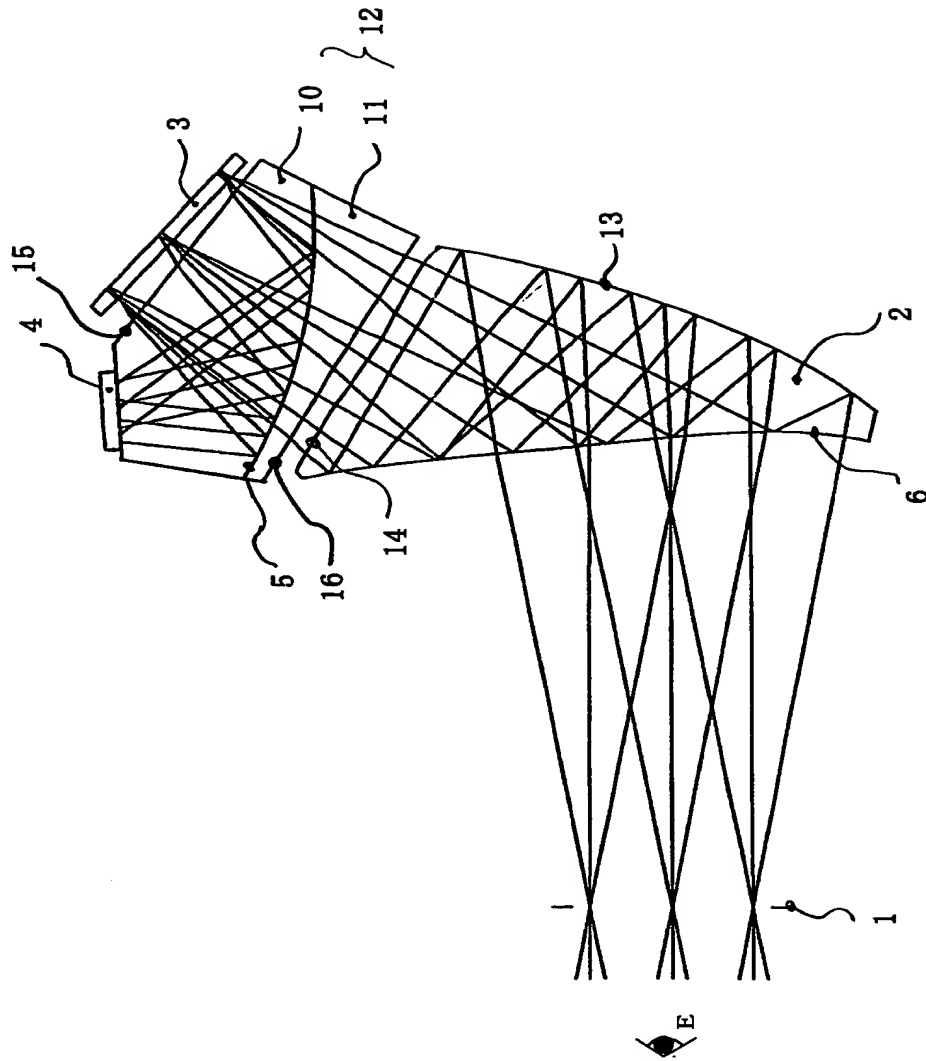
【図 1】



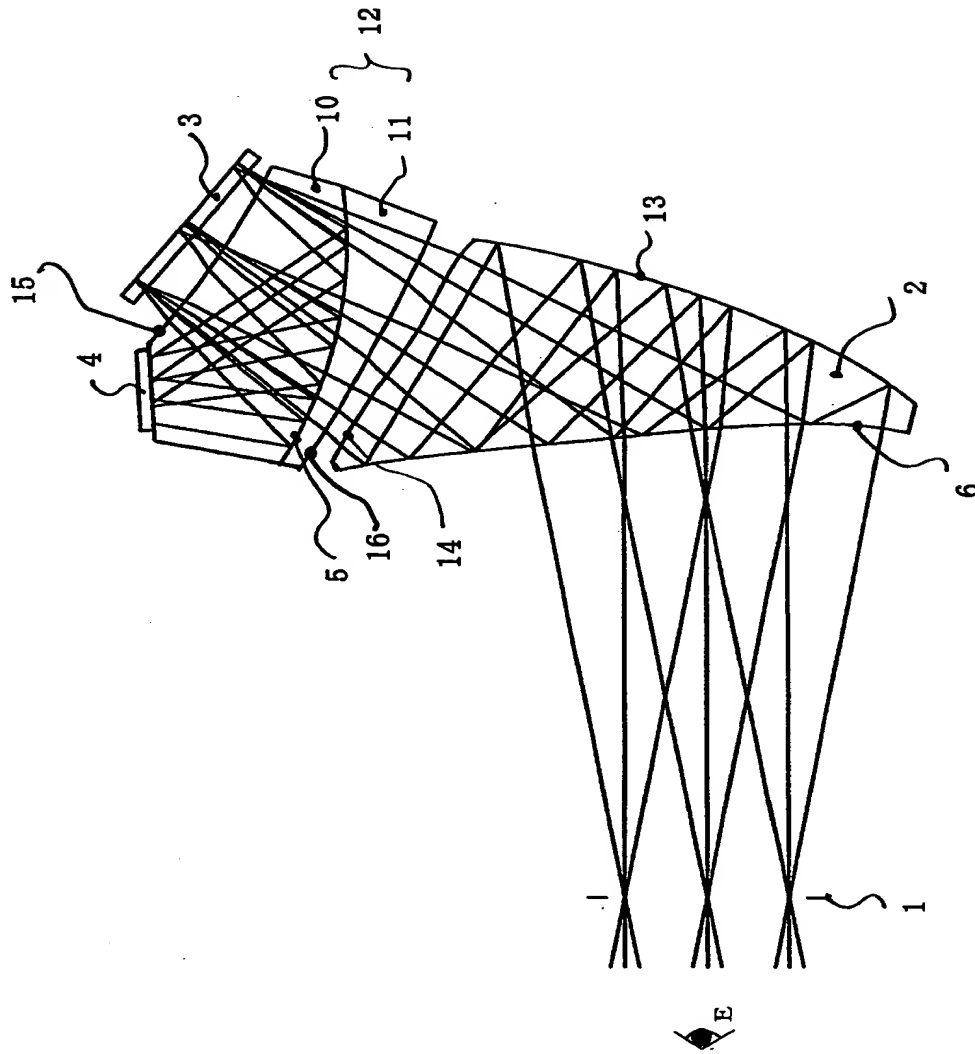
【図 2】



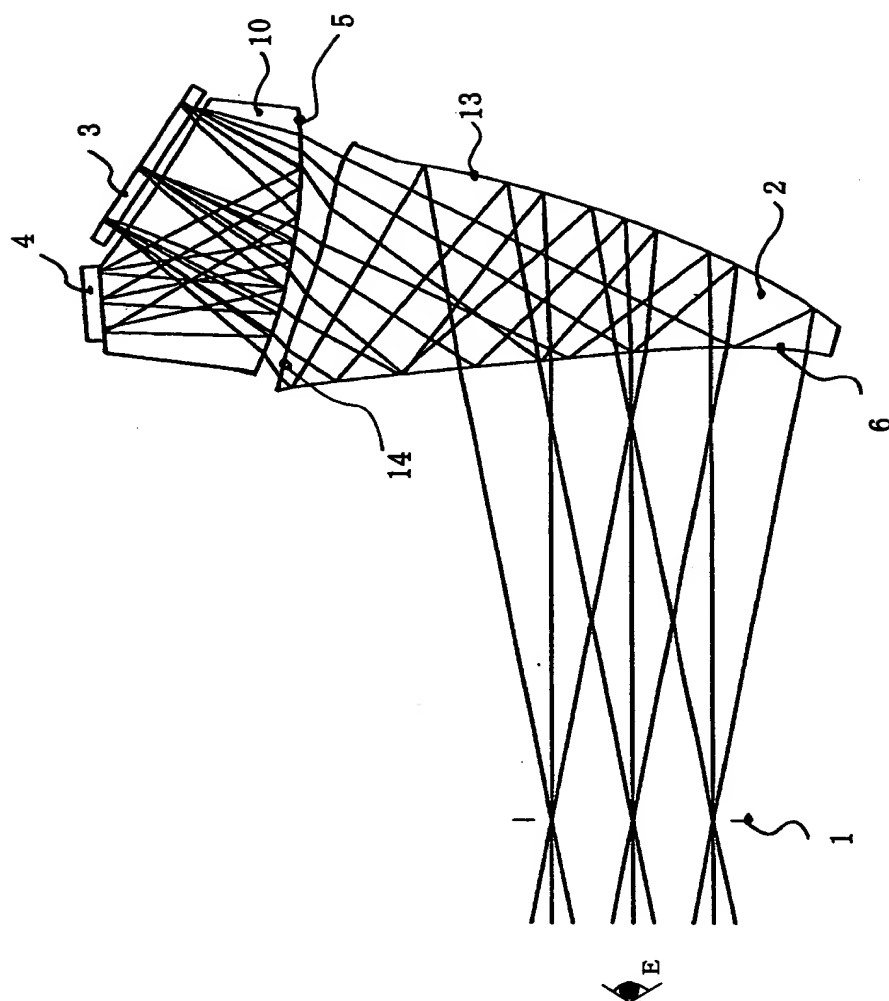
【図3】



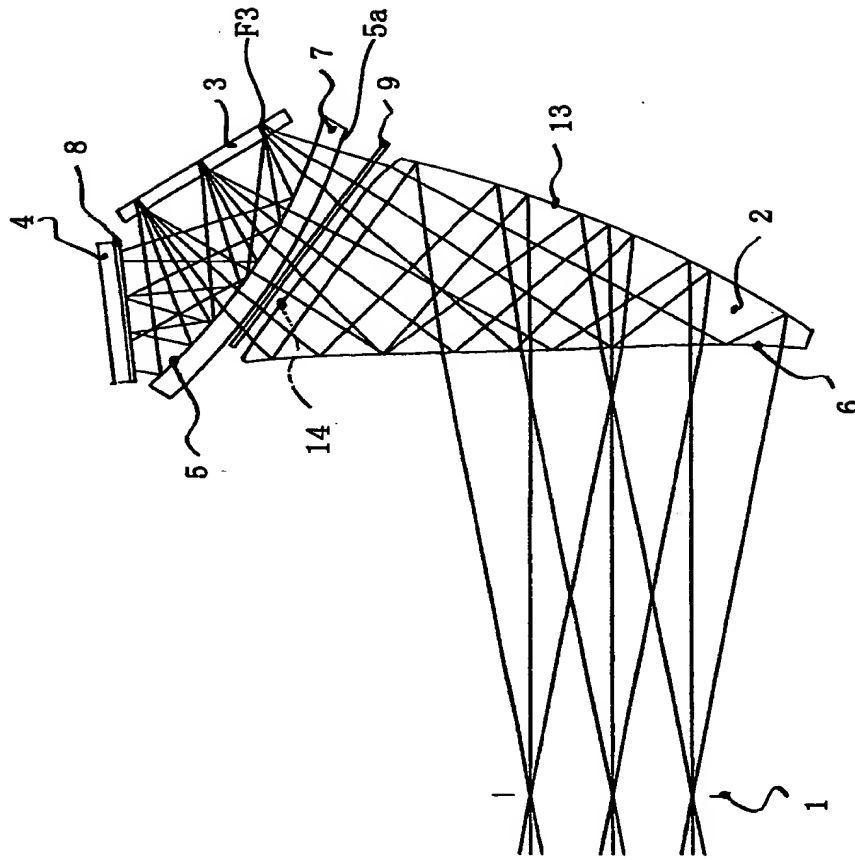
【図4】



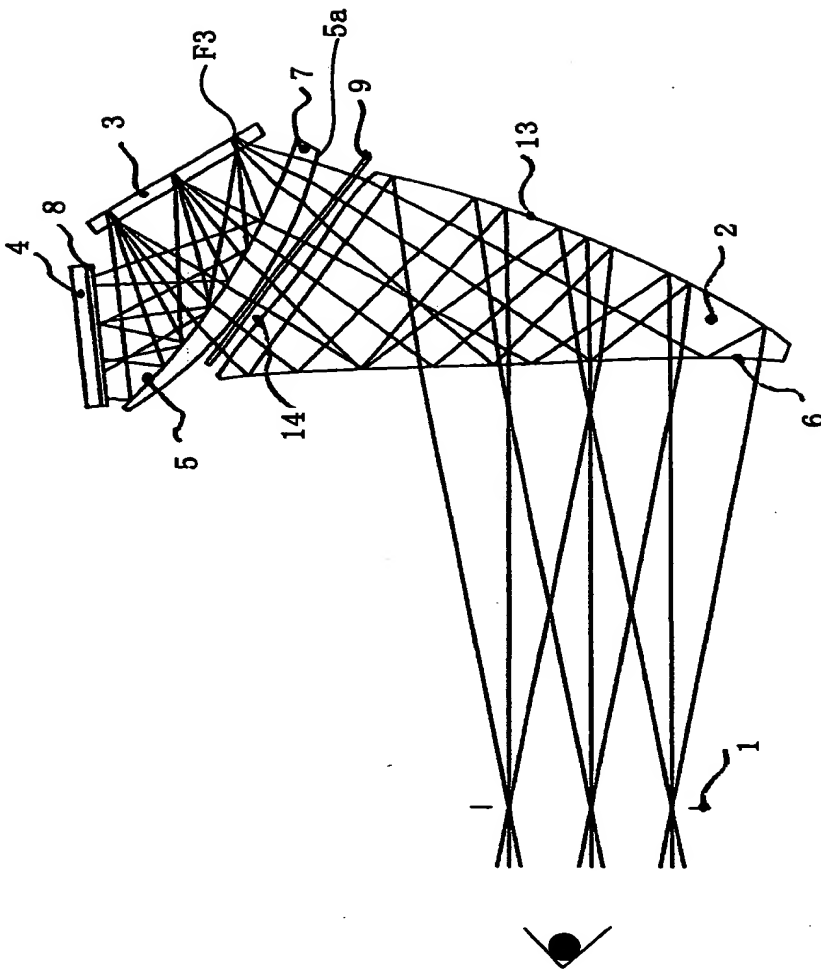
【図5】



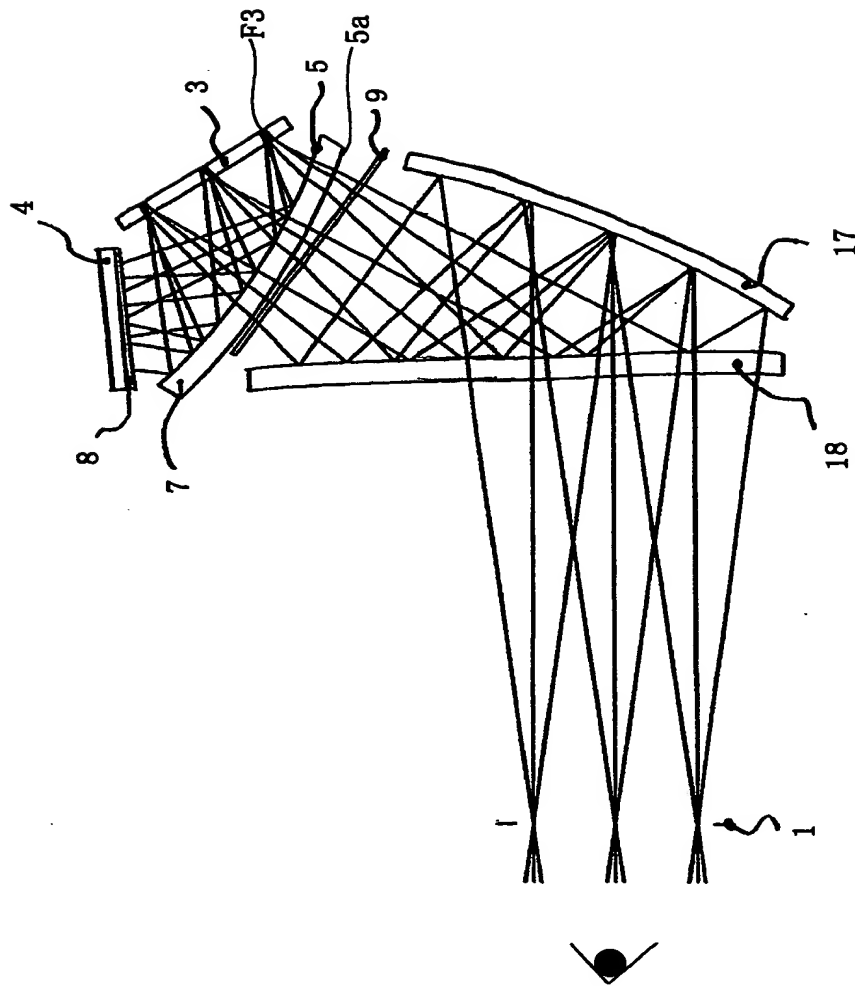
【図6】



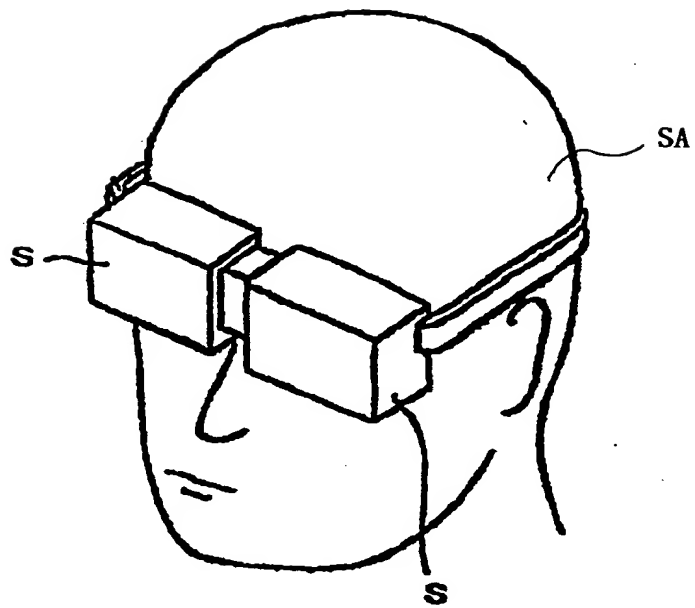
【図 7】



【図 8】



【図 9】



##

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 反射型の表示素子を用いて、画像を拡大投影する小型のヘッドマウントディスプレイ（HMD）やメガネ型ディスプレイに好適な画像表示装置を得ること。

【解決手段】 反射型の表示手段と、該表示手段を照明する照明手段と、該照明手段からの光を該表示手段に導く照明光学系と、該表示手段からの光を観察用の瞳に導く複数の反射面を含む表示光学系を有し、該照明光学系と該表示光学系は互いに共有する透過兼反射の両作用を有する光学面Aを有し、該光学面Aはローカル母線断面（該照明手段から発せられ該表示手段の画像中心と瞳中心を通る基準光線の入射光と射出光を含む面）上で曲率を有し、該表示光学系のローカル母線断面内の焦点距離 $local_fy$ 、該照明光学系中の該光学面Aのみのローカル母線断面内の焦点距離 $local_fyA$ を適切に設定したこと。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-294771
受付番号	50001248344
書類名	特許願
担当官	大畑 智昭 7392
作成日	平成12年 9月29日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	397024225
【住所又は居所】	神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
【氏名又は名称】	株式会社エム・アール・システム研究所

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100086818
【住所又は居所】	東京都目黒区自由が丘2丁目9番23号 ラポー ル自由が丘301号 高梨特許事務所
【氏名又は名称】	高梨 幸雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [397024225]

1. 変更年月日 1997年 5月 7日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
氏 名 株式会社エム・アール・システム研究所